

В. Н. МОЖАЕВ
доцент, кандидат технических наук

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

**ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**
МОСКВА 1954 ЛЕНИНГРАД

В книге изложены основы электротехники и устройство приборов автотракторного электрооборудования, их регулировка, испытание и ремонт.

Книга предназначена для подготовки механизаторских кадров в училищах сельского хозяйства и может быть использована широким кругом лиц, связанных с эксплуатацией и ремонтом тракторов и автомобилей.

Отзывы о книге просьба направлять по адресу: Ленинград, Невский пр., 28, Ленинградское отделение Сельхозгиза.

В. Н. Мозисав. Электрооборудование тракторов и автомобилей

Редакторы А. Н. Латкин и А. А. Цырин. Переплет художника Н. К. Бриммер
Художественный редактор М. М. Смирнова. Технический редактор С. Д. Водолагина
Корректор К. Г. Парыгина

Сдано в набор 2/III 1954 г. Подписано к печати 18/IV 1954 г. М-29863. Формат 60×92¹/₁₆.
Печ. л. 22,5. Уч.-изд. л. 24,75. Тираж 100 000 экз. Зак. 1110. Цена 7 р. 70 к.

Сельхозгиз, Ленинград, Невский пр., 28.

2-я типография «Печатный Двор» им. А. М. Горького Союзполиграфпрома Главиздата
Министерства культуры СССР. Ленинград, Гатчинская, 26.

ВВЕДЕНИЕ

В постановлениях сентябрьского и февральско-мартовского Пленумов ЦК КПСС перед механизаторскими кадрами поставлены большие задачи в деле улучшения использования сельскохозяйственной техники.

Высокие экономические показатели работы автотракторного парка могут быть достигнуты при отличном знании передовой советской техники, частью которой является электрооборудование тракторов и автомобилей, представляющее достаточно сложную систему.

Развитие и совершенствование автотракторного электрооборудования обязаны отечественным ученым, инженерам, техникам и механикам. Еще в 1802 г. первый русский электротехник, академик Василий Владимирович Петров, впервые в мире открыл и исследовал электрический разряд, возникающий между двумя электродами, присоединенными к батарее гальванических элементов. В. В. Петров не только открыл электрическую дугу, но и предсказал ее применение.

Открытие В. В. Петрова имело большое значение для всего дальнейшего развития электротехники. Дуговой разряд нашел применение в электросварке металлов, основоположником которой является Николай Николаевич Бенардос, и которая затем была усовершенствована Николаем Гавриловичем Славяновым.

Дуговой разряд, помимо сварки, получил применение в дуговых фонарях (свеча П. Н. Яблочкова), электрических печах и целом ряде других областей науки и техники, в том числе и для воспламенения смеси топлива с воздухом в двигателях внутреннего сгорания, за что В. В. Петрова по праву считают основоположником электрического зажигания.

Изобретенная академиком Борисом Семеновичем Якоби электромагнитная машина (1834 г.) и открытые крупнейшим русским ученым Эмилем Христиановичем Ленцем законы электротехники создали необходимые предпосылки для изобретения аппарата зажигания, нашедшего применение в двигателях легкого топлива.

Воспламенение смеси топлива с воздухом производилось дуговым разрядом, возникающем в месте разрыва цепи тока

низкого напряжения. Для этой цели в камере сгорания каждого цилиндра был помещен прерыватель с механическим приводом.

В дальнейшем повышение числа оборотов коленчатого вала двигателей внутреннего сгорания вскрыло существенные недостатки системы зажигания током низкого напряжения, которые особенно сильно сказывались в многоцилиндровых двигателях, вследствие чего эта система была вытеснена системой зажигания током высокого напряжения (достигающего 10 000 в и выше), получаемого от индукционной катушки.

Теоретические исследования индукционной катушки, проведенные академиком Владимиром Константиновичем Лебединским (1901 г.), открытые Э. Х. Ленцем законы гальванической поляризации и усовершенствование кислотных аккумуляторов, произведенное Д. А. Лачиновым (1881 г.) и Е. П. Тверитиновым (1883 г.), позволили практически осуществить электрическое зажигание током высокого напряжения.

В 1902 г. появился новый аппарат зажигания, названный магнето высокого напряжения, в котором удачно сочетался генератор переменного тока с индукционной катушкой.

Теория магнето разработана и опубликована впервые в 1921 г. академиком Виктором Сергеевичем Кулебакиным, которому принадлежит разработка конструкции магнето с вращающимся магнитом (1924 г.) и метод теплового расчета запальной свечи (1944 г.).

Развитие конструкций тракторов и автомобилей было направлено на повышение их производительности, экономичности, удобства и безопасности вождения, повышение скорости и целого ряда других качеств, в связи с чем применение электрической энергии на тракторе и автомобиле не могло ограничиться только аппаратами зажигания.

Появившееся электрическое освещение позволило эксплуатировать тракторы и автомобили круглосуточно. Понижилась аварийность в темное время суток, ранее вызывавшаяся плохой видимостью, и повысилось качество работ, выполняемых ночью.

Для направленного действия источников электрического света при освещении пути следования автомобиля или результатов работы, произведенной трактором, применяются фары, снабженные отражателями.

Отражатель был изобретен механиком самоучкой Иваном Петровичем Кулибиным в 1779 г., а примененная в качестве источника света электрическая лампа накаливания изобретена Александром Николаевичем Лодыгиным (1873 г.).

Следующим этапом в развитии электрооборудования автомобиля было появление стартера, т. е. электрического двигателя, производящего пуск двигателя внутреннего сгорания. Значимость стартера возросла при замене двигателя карбюраторного

типа двигателем с самовоспламенением. Создание электрического пускового устройства стало возможно благодаря изобретению электродвигателя и созданию аккумуляторных батарей с малым внутренним сопротивлением.

Применение электрической энергии на автомобиле не ограничивается вышеперечисленным. На современных автомобилях в схеме электрооборудования имеется световая и звуковая сигнализация, электрические измерители уровня топлива в баке, измерители давления в системе смазки двигателя, измерители температуры охлаждающей жидкости, электрические стеклоочистители и стеклоподъемники, обогреватели ветрового стекла и кузова, прикуриватели, радиоприемник и др.

Для обеспечения электрической энергией различных потребителей в схеме электрооборудования автомобиля имеются два источника — аккумуляторная батарея и генератор. Их совместная работа в системе электрооборудования автомобилей автоматически управляется реле-регулятором, элементы которого были изобретены П. Л. Шиллингом (1835—1837 г.) и М. Н. Кармановым (1880 г.). Электрооборудование тракторов сельскохозяйственного типа несколько проще, чем автомобиля.

Высокие темпы развития тракторостроения и автостроения в нашей стране потребовали такого же развития и промышленности, поставляющей электрооборудование. Построено много заводов, специализированных по выпуску автотракторного электрооборудования, среди них такие, как АТЭ-1, АТЭ-2 и «Электроламповый» в Москве, КАТЭК в Куйбышеве, «Электроарматура» в Ленинграде и многие другие.

Электрооборудование, выпускаемое нашей промышленностью, проектируется конструкторами, выросшими за годы Советской власти; среди них имеются лауреаты Сталинской премии, например инженеры А. Д. Усанов и А. Г. Чижигов, премия которым присуждена за участие в разработке нового изоляционного материала и технологии производства высококачественных запальных свечей.

В разработке и улучшении конструкции электрооборудования тракторов и автомобилей деятельное участие принимают ремонтники и эксплуатационники, которые указывают конструкторам на слабые места в конструкции, на неудобство обслуживания того или иного агрегата и нередко подсказывают правильные решения.

Ценные предложения по ремонту автотракторного электрооборудования вносят также работники МТС, МТМ, авторемонтных заводов и гаражей.

Исправная и длительная работа всякой машины зависит не только от совершенства ее конструкции. Она зависит и от правильной технической эксплуатации, своевременной регулировки и текущего ремонта.

Для технического обслуживания автотракторного парка промышленность поставляет автогаражное оборудование: контрольно-испытательные стенды, приборы и аппараты. Умелое использование этого оборудования значительно повышает техническую готовность автотракторного парка и способствует удлинению межремонтного пробега.

При этом не следует забывать, что до сих пор около одной четверти всех неисправностей автомобиля и трактора приходится на систему электрооборудования. Такое положение обязывает механизаторские кадры сельского хозяйства и автотранспорта к систематическому изучению автотракторного электрооборудования, являющегося одной из наиболее сложных систем автомобиля и трактора.

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

ГЛАВА I

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ

§ 1. Краткие сведения о строении вещества. Все окружающие нас предметы состоят из чрезвычайно мелких частиц вещества, называемых атомами. Атомы очень малы — их величина не превышает нескольких десятимиллионных долей миллиметра. Но в обыкновенном виде атомы в веществе встречаются редко, в большинстве случаев они объединены в более крупные частицы — молекулы.

Однако атомы не являются неделимыми частицами вещества, они в свою очередь состоят из еще более мелких электрически заряженных частиц: ядра и электронов. Ядро атома имеет положительный заряд, а электроны — отрицательный. Электроны совершают движение вокруг ядра по орбитам подобно тому, как земля и ряд других планет солнечной системы движутся вокруг солнца. Движущиеся вокруг ядра электроны образуют электронную оболочку с радиусом, превышающим радиус ядра примерно в 100 000 раз.

Количество электронов в атоме у различных химических элементов различно, так, например, водород имеет только один электрон, а углерод — 6.

При отсутствии внешнего воздействия в атоме имеется электрическое равновесие, т. е. положительный заряд ядра уравновешен отрицательными зарядами электронов.

Если на атомы воздействовать электрической энергией, то равновесие в них нарушается. Часть атомов может получить добавочные электроны, т. е. эти атомы будут иметь отрицательный заряд. В том же случае, когда атом потеряет часть электронов, он будет иметь положительный заряд. Такие атомы, в которых имеется избыток электронов, называют отрицательными ионами. Атомы же с недостающими электронами называют положительными ионами.

Одни вещества в природе имеют атомы, у которых все электроны находятся на своих орбитах вблизи ядра. Такие атомы с трудом отдают свои электроны, и эти вещества отличаются тем, что они плохо проводят электрический ток, и потому называются непроводниками.

В других же веществах, например в металлах, часть атомных электронов не связана с определенными ядрами, и эти «свободные» электроны могут перемещаться внутри металла; при этом металл остается нейтральным, так как в нем сохраняется равновесие между электронами и ядрами атомов, несмотря на беспорядочное движение «свободных» электронов. Если же кусок металла подключить к источнику электрической энергии, то в металле появится упорядоченное движение «свободных» электронов, т. е. появится электрический ток. По этой причине все металлы являются проводниками электрического тока.

При электрическом токе направление движения электронов противоположно принятому в практике условному техническому направлению тока, т. е. электроны в проводнике движутся от отрицательного зажима источника к положительному зажиму, тогда как техническое направление электрического тока принято считать от положительного к отрицательному, но оно является чисто условным, так как принято было задолго до появления электронной теории.

Для того чтобы в проводнике поддерживался непрерывно поток электронов (электрический ток), необходимо иметь на одном конце проводника избыток электронов, а на другом их недостаток, т. е. должна действовать какая-то сила. Эту силу называли электродвижущей силой, и всякий источник электроэнергии должен обладать ею, чтобы обеспечить ток в цепи потребителей.

В практике использования электрической энергии пользуются такими терминами: электродвижущая сила (э. д. с.), электрический ток, электрическое сопротивление, напряжение электрического тока, работа электрического тока, его мощность и рядом других понятий.

Для большей ясности в понимании явлений, происходящих в электрооборудовании автомобилей и тракторов, в некоторых случаях мы будем пользоваться сопоставлением электрического тока с движением воды, однако не забывая при этом, что электрический ток не является жидкостью.

§ 2. Электродвижущая сила. Представим себе два сосуда *A* и *B*, наполненные водою и соединенные между собой резиновой трубкой (рис. 1, *a*). Если сосуд *A* поднять (рис. 1, *б*), то вода из него под действием напора будет перетекать в сосуд *B*, и в трубке появится ток воды от сосуда *A* к сосуду *B*.

Перетекание воды происходит под действием напора (давления воды), вызываемого силой тяжести водяного столба с площадью основания 1 см². За высоту *H* водяного столба принимают расстояние между верхними уровнями воды в сосудах *A* и *B*.

Перетекание воды может происходить не только под действием силы тяжести, но также и под действием какого-либо насоса. Силу,

вызывающую движение воды из одного сосуда в другой, назовем вододвижущей силой. Подобно этому и в электрической цепи появление тока обусловлено электродвижущей силой источника электрической энергии.

Напор H зависит не от количества воды в сосудах A и B , а только от разности уровней; если будут взяты два больших чана, а разность уровней воды в них будет такая же, как в предыдущем примере, то напор не изменится.

Подобно рассмотренному и источники электрической энергии могут иметь различное количество электричества — большее или меньшее, но это, однако, не свидетельствует о том, что э. д. с. этих источников различна.

§ 3. Электрический ток.

Рассматривая два сообщающихся сосуда, мы можем с уверенностью сказать, что чем больше напор воды H , тем больше воды в 1 сек перетечет по трубке. Допустим, что в 1 сек при положении I сосуда A (рис. 1, б — указано пунктиром) через трубку протекало 2 л воды, а при положении II — 4 л. Тогда мы можем сказать, что «водяной ток» во втором случае был вдвое больше, чем в первом случае.

Подобное явление наблюдается и в электрической цепи: чем большее количество электричества «протекает» через проводник в 1 сек, тем больше величина тока.

Количество электричества, «протекающего» через поперечное сечение проводника в 1 сек, называется силой тока.

§ 4. Электрическое сопротивление. Движению воды по трубе препятствует трение воды о стенки трубы, т. е. труба оказывает сопротивление. Вследствие этого часть напора воды затрачивается на преодоление сопротивления в трубе. Это явление можно наблюдать в водопроводных линиях, когда к потребителям, удаленным от водонапорной башни, вода поступает без заметного напора. Допустим, что высота уровня воды водонапорной башни 10 м, тогда у основания башни давление воды будет равно $1\,000\text{ г/см}^2$, так как вес столба воды с площадью основания 1 см^2 и высотой 1 000 см равен 1 000 г. Следовательно, в нашем примере вододвижущая сила равна $1\,000\text{ г/см}^2$.

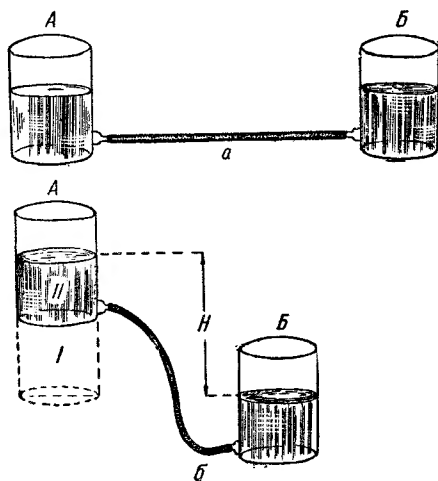


Рис. 1. Сообщающиеся сосуды.

a — при отсутствии разности уровней жидкости и b — при наличии разности уровней жидкости.

На каком-то расстоянии от башни мы получаем напор, равный 600 г/см^2 , так как часть напора, равная 400 г/см^2 , затрачена на преодоление сил трения в трубах.

Подобное же явление происходит и в электрической сети. Электрические лампы, расположенные близко к источнику электрической энергии, дают более яркий свет, чем лампы у отдаленных потребителей. Это объясняется тем, что проводники тока обладают электрическим сопротивлением и часть э. д. с. источника затрачивается на преодоление сопротивления проводников для поддержания в них тока. Эту часть э. д. с. называют падением напряжения, или просто напряжением.

Величина сопротивления, оказываемого движению воды в трубах, зависит главным образом от внутреннего диаметра труб и их длины. Подобно этому и электрическое сопротивление проводников зависит от поперечного сечения проводника, его длины, материала и температуры.

Количество воды, протекающее по трубе в 1 сек, зависит от напора и сопротивления трубы. Чем больше напор в трубе или меньше сопротивление в ней, тем большее количество воды протечет в 1 сек.

В электрических цепях существует подобная же зависимость, которая определяется законом Ома и выражается так: ток тем больше, чем выше напряжение или меньше сопротивление проводника.

§ 5. Единицы измерения напряжения, тока и сопротивления. Для измерения тока, сопротивления и величины напряжения введены следующие единицы: ампер (а), ом и вольт (в).

За единицу тока принят ток такой величины, который из водного раствора азотнокислого серебра выделяет в секунду $0,001118 \text{ г}$ серебра. Эта величина тока называется ампером.

За единицу электрического сопротивления принято сопротивление столбика ртути высотой $106,3 \text{ см}$ с поперечным сечением 1 мм^2 , при температуре таяния льда (0°) *. Эта единица названа ом.

За единицу напряжения принято такое напряжение, которое в проводнике, имеющем сопротивление 1 ом , создает ток в 1 а .

Эта единица называется вольт. Она служит и для измерения э. д. с.

Пользуясь законом Ома, можно определить величину электрического тока в цепи потребителя, если известно напряжение на его зажимах и сопротивление потребителя.

Обозначим буквами величины: напряжения — U (вольт), тока — I (ампер) и сопротивления — R (ом); тогда закон Ома можно представить уравнением

$$I = \frac{U}{R}.$$

* Здесь и далее температура дается по стоградусной шкале.

В том случае, когда известна величина электрического тока в цепи потребителя и известно его сопротивление, можно определить величину напряжения на зажимах, пользуясь уравнением

$$U = IR.$$

Для определения сопротивления цепи потребителя пользуются уравнением

$$R = \frac{U}{I}.$$

Пример 1. Определить величину электрического тока в первичной обмотке индукционной катушки автомобиля «Москвич» при неработающем двигателе, включенном зажигании и замкнутых контактах прерывателя. Сопротивление первичной обмотки 1,125 ом, а напряжение аккумуляторной батареи 6 в. Сопротивлением соединительных проводов в данном случае пренебрегаем.

$$I = \frac{U}{R}, \text{ т. е. } 6 : 1,125 = 5,33 \text{ а.}$$

Пример 2. Определить напряжение, необходимое для накала лампы заднего фонаря автомобиля ЗИС-150, если ток в спирали лампы 0,5 а и сопротивление спирали 24 ом.

$$U = IR, \text{ т. е. } 0,5 \times 24 = 12 \text{ в.}$$

Пример 3. Определить сопротивление спирали лампы главной фары автомобиля ГАЗ-51 при включенном ближнем свете, если величина тока в спирали лампы 1,6 а и напряжение на зажимах лампы 12 в

$$R = \frac{U}{I}, \text{ т. е. } 12 : 1,6 = 7,5 \text{ ом.}$$

§ 6. Сопротивление проводников. Различные материалы обладают различной способностью проводить ток, т. е. они имеют различную электропроводимость, или проводимость.

Металлы имеют большую проводимость, т. е. они оказывают току малое электрическое сопротивление, однако оно различно для каждого металла. Так, медь имеет меньшее сопротивление, чем алюминий, а последний меньшее, чем сталь.

Величина сопротивления проводника зависит также от длины его и поперечного сечения. Чем больше длина проводника и чем меньше площадь поперечного сечения, тем сопротивление больше.

Для подсчета величины сопротивления проводника введено понятие — удельное сопротивление. Удельным сопротивлением называется величина сопротивления проводника длиной 1 м при площади поперечного сечения в 1 мм². Таким образом, для подсчета сопротивления проводника необходимо знать материал, из которого изготовлен проводник, его удельное сопротивление, площадь поперечного сечения и длину проводника.

Сопротивление проводника (в омах) будет равно удельному сопротивлению, умноженному на длину (в метрах) и разделенному на поперечное сечение (в мм^2).

Обозначим буквами: R — сопротивление проводника (ом), ρ — удельное сопротивление (ом на 1 м при сечении 1 мм^2), l — длину проводника (м) и S — поперечное сечение проводника (мм^2), тогда сопротивление проводника определится по формуле

$$R = \rho \frac{l}{S}.$$

Опытом установлено, что все проводники изменяют свое сопротивление при изменении температуры. В одних проводниках сопротивление повышается, а в других понижается. Величина прироста или уменьшения сопротивления на каждый ом при повышении температуры проводника на 1° называется температурным коэффициентом сопротивления.

Если с повышением температуры проводника повышается его сопротивление, то говорят, что материал имеет положительный температурный коэффициент сопротивления. Если же с повышением температуры сопротивление уменьшается, то материал имеет отрицательный температурный коэффициент сопротивления.

Например, с повышением температуры сопротивление проводника из стали повышается, а проводника из угля понижается, т. е. сталь имеет положительный температурный коэффициент, а уголь — отрицательный.

В табл. 1 приведены сведения о некоторых проводниках.

Т а б л и ц а 1

Свойства проводников

Материал проводника	Удельное сопротивление при 25° ($\frac{\text{ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$)	Температурный коэффициент
Алюминий	0,03	0,004
Сталь	0,13	0,0062
Медь	0,0175	0,004
Свинец	0,22	0,0038
Никелин	0,42	0,00002
Нихром	1,1	0,0001
Уголь	100—1000	— 0,0003 до — 0,008
Константан	0,48	0,000005
Манганин	0,44	0,000006

П р и м е р 4. Определить сопротивление проводника первичной обмотки индукционной катушки. Материал проводника медь. Поперечное сечение 0,5 мм^2 . Длина обмотки 34 м.

Сопротивление проводника равняется удельному сопротивлению, умноженному на длину и деленному на поперечное сечение, т. е. $0,0175 \times 34 : 0,5 = 1,2 \text{ ом}$.

Пример 5. Определить сопротивление первичной обмотки индукционной катушки при нагреве до 50° . При 15° сопротивление обмотки равно $1,20 \text{ ом}$.

Материал медь.

Находим разность температур: $50 - 15 = 35^\circ$. По табл. 1 находим, что температурный коэффициент меди равен $0,004$. Тогда повышение сопротивления обмотки от нагрева определится: $0,004 \times 35 \times 1,20 = 0,168 \text{ ом}$.

Сопротивление первичной обмотки при нагреве до 50° будет равно $1,20 + 0,168 = 1,368 \text{ ом}$.

§ 7. Соединение сопротивлений. *Последовательное соединение.* На рис. 2, а представлены две электрические лампы 1 и 2, последовательно соединенные между собой и питающиеся от источника электрической энергии — аккумулятора 3.

На рис. 2, б приведена принципиальная схема этого соединения. Сопротивление ламп 1 и 2 в схеме условно изображено ломаной линией, а источник электрической энергии — аккумулятор — двумя линиями: толстой короткой линией изображена отрицательная пластина (—), а тонкой, более длинной — положительная пластина (+).

Пользуясь сравнением с водой, представим нашу схему соединения, как это показано на рис. 2, в. Центробежный насос 4 прогоняет воду через трубопровод, состоящий из труб 5 и 6. Чтобы заставить воду течь по трубам, нужно преодолеть сопротивление двух труб. При этом очевидно, что при последовательном включении двух труб общее сопротивление увеличится и составит сумму обоих сопротивлений. Каково бы ни было сопротивление трубы 5, количество воды, протекающей через трубу 6,

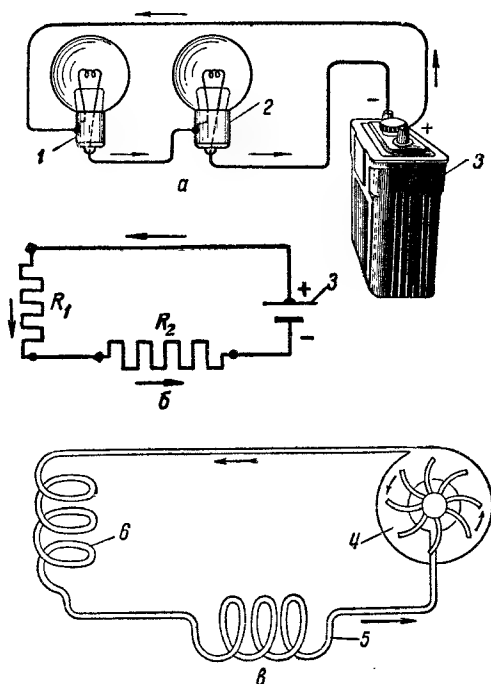


Рис. 2. Схемы последовательного соединения сопротивлений.

а — монтажная схема, б — принципиальная схема, в — схема движения воды в трубах, последовательно соединенных.

равно количеству воды, пропущенной трубой 5, и зависит от напора, созданного насосом, и общего сопротивления труб.

Перейдем к цепи электрического тока (рис. 2, а). При последовательном включении сопротивлений одно сопротивление является продолжением другого, и общее сопротивление всей цепи равно сумме всех сопротивлений, составляющих цепь.

Направление тока в цепи следующее: зажим $+$ аккумулятора, лампа 1, лампа 2 и зажим $-$ аккумулятора *.

При последовательном соединении потребителей (сопротивлений) величина тока в любой точке цепи одинакова, и напряжение на зажимах каждого потребителя зависит от величины сопротивления и тока в нем. Например, цепь электрического тока состоит из сопротивлений R_1 и R_2 , включенных последовательно между собой, тогда общее сопротивление цепи будет

$$R_{\text{общ}} = R_1 + R_2,$$

а величина тока в цепи

$$I_u = \frac{U}{R_1 + R_2}, \text{ или } I_u = \frac{U}{R_{\text{общ}}}$$

и величина напряжения на концах каждого сопротивления равна

$$U_1 = I_u R_1; \quad U_2 = I_u R_2,$$

а на зажимах источника

$$U_u = U_1 + U_2.$$

Пример 6. Источник имеет напряжение $U = 12$ в, сопротивление лампы 1 $R_1 = 3$ ом, а лампы 2 $R_2 = 9$ ом.

Находим: 1) общее сопротивление потребителей $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2$, т. е. $3 + 9 = 12$ ом; 2) ток в цепи равняется

$$I_u = \frac{U}{R_{\text{общ}}}, \text{ т. е. } 12:12 = 1 \text{ а;}$$

3) напряжение U_1 на зажимах лампы 1

$$U_1 = I_u R_1, \text{ т. е. } 1 \times 3 = 3 \text{ в;}$$

4) напряжение U_2 на зажимах лампы 2 равно $1 \times 9 = 9$ в.

В случае перегорания одного из потребителей цепь окажется прерванной и остальные потребители будут выключены.

Приведенный пример показывает, что последовательное включение потребителей может применяться в очень ограниченных случаях; так, например, допустимо включение только таких ламп, спирали которых рассчитаны на один и тот же ток.

Последовательное включение сопротивлений применяют при необходимости снижения напряжения для данного потребителя путем введения дополнительного сопротивления (реостата).

* Здесь и далее направление тока дается техническое.

Параллельное соединение. На рис. 3,а изображены две лампы 1 и 2, включенные параллельно между собою в цепь источника электрической энергии 3 (аккумулятор). На рис. 3,б изображена принципиальная схема параллельного включения потребителей.

Пользуясь сравнением с водой (рис. 3,в), видим, что насос прогоняет воду одновременно через обе трубы, и количество воды, посылаемое насосом, распределяется по двум трубам в зависимости от сопротивления каждой трубы. Чем сопротивление трубы больше, тем меньшее количество воды она пропустит. Очевидно, что по двум трубам одновременно протечет большее количество воды, чем через одну из них, так как параллельное подключение труб можно рассматривать как увеличение поперечного сечения одной трубы.

Обратимся к электрической схеме (рис. 3,а). При параллельном включении потребителей (сопротивлений) общее сопротивление цепи уменьшается, а не увеличивается, что имело место при последовательном включении. Напряжение на зажимах потребителей одинаково и не зависит от сопротивления каждого из них. Величина тока в каждом зависит от напряжения на его зажимах и величины его сопротивления.

Ранее указывалось, что проводник можно характеризовать по его сопротивлению или его проводимости. При этом, чем больше сопротивление, тем меньше проводимость.

За единицу проводимости принята проводимость проводника, имеющего сопротивление 1 ом. Она имеет название сименс (сим.). Например, проводник имеет сопротивление 10 ом. Следовательно, его проводимость равна $1 : 10 = 0,1$ сим.

Чтобы найти общее сопротивление цепи с параллельно включенными потребителями, необходимо сначала найти общую проводимость цепи, которая представляет сумму проводимостей всех параллельно включенных потребителей, а затем

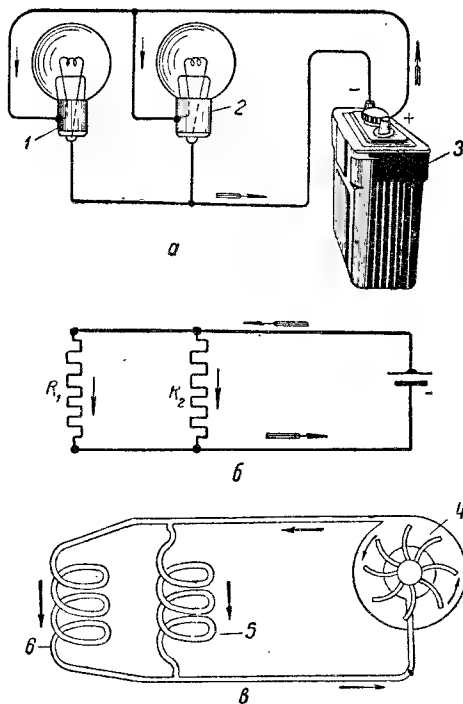


Рис. 3. Схемы параллельного соединения сопротивлений.

а — монтажная схема, б — принципиальная схема, в — схема движения воды в трубах, параллельно соединенных.

по общей проводимости можно определить общее сопротивление цепи.

При параллельном включении сопротивлений общая проводимость цепи электрического тока определяется суммой проводимостей отдельных участков цепи, т. е.

$$\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}, \text{ или } \frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$$

и общее сопротивление цепи

$$R_{\text{общ}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$

Пример 7. Определить сопротивление параллельно включенных ламп 1 и 2. Сопротивление лампы 1 — $R_1 = 3 \text{ ом}$, а лампы 2 — $R_2 = 9 \text{ ом}$.

1. Находим проводимость лампы 1. $1 : 3 = 1/3 \text{ сим}$.

2. Находим проводимость лампы 2. $1 : 9 = 1/9 \text{ сим}$.

3. Общая проводимость двух параллельно включенных ламп равна $(1 : 3) + (1 : 9) = 4/9 \text{ сим}$.

4. Сопротивление двух параллельно включенных ламп равно $9 : 4 = 2,25 \text{ ом}$.

Пользуясь уравнением, задачу можно решить быстрее, для чего необходимо в формулу подставить числовые значения R_1 и R_2 .

Таким образом, при параллельном включении потребителей общее сопротивление цепи уменьшается и будет меньше сопротивления любого из включенных потребителей.

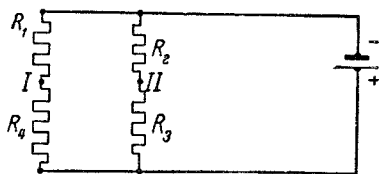


Рис. 4. Схема параллельно-последовательного соединения сопротивлений (смешанное соединение).

Смешанное соединение. На рис. 4 представлена принципиальная схема смешанного соединения потребителей. При смешанном включении потребителей общее сопротивление цепи определяется так:

1) определяем общее сопротивление последовательно включенных ламп R_1 и R_4 ; 2) то же определяем для ламп R_2 и R_3 ; 3) определяем общую проводимость всей цепи, складывая проводимости ветвей I и II; 4) по общей проводимости находим общее сопротивление цепи.

Пример 8. Определить общее сопротивление потребителей, включенных по способу смешанного соединения (рис. 4), если сопротивление лампы 1 — $R_1 = 2 \text{ ом}$, лампы 4 — $R_4 = 4 \text{ ом}$, лампы 2 — $R_2 = 1,5 \text{ ом}$ и лампы 3 — $R_3 = 2,5 \text{ ом}$.

1. Находим сопротивление ветви I; $2 + 4 = 6 \text{ ом}$.

2. Находим сопротивление ветви II; $1,5 + 2,5 = 4 \text{ ом}$.

3. Определяем общую проводимость двух ветвей. $(1 : 6) + (1 : 4) = 5/12 \text{ сим}$.

4. Тогда общее сопротивление будет $12 : 5 = 2,4 \text{ ом}$.

§ 8. Соединение источников электрической энергии. *Последовательное соединение источников.* На рис. 5, а изображены два источника электрической энергии, т. е. два аккумулятора 1 и 3, питающие лампу 2.

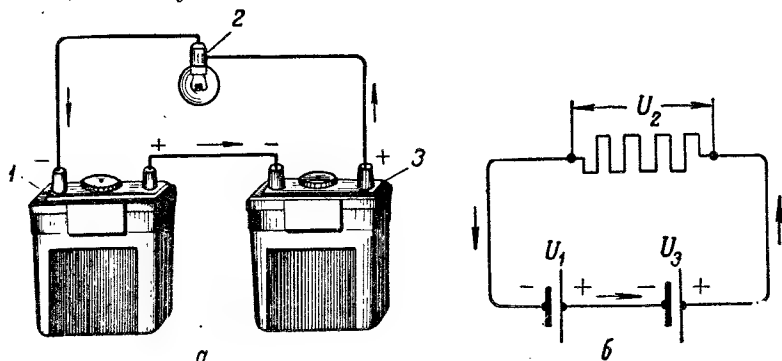


Рис. 5. Последовательное соединение источников электрической энергии.
а — монтажная схема, б — принципиальная схема.

Аккумулятор 1 зажимом + соединен с зажимом — аккумулятора 3. Лампа 2 соединена с зажимом + аккумулятора 3 и с зажимом — аккумулятора 1.

При последовательном соединении источников зажим + одного источника соединяется с зажимом — следующего источника и т. д.

При таком соединении источников э. д. с. их, или напряжения, складываются вследствие того, что источники соединяются между собой разноименными зажимами.

Пример 9. Даны два аккумулятора (рис. 5, а), последовательно включенные и питающие лампу 2. Напряжение каждого аккумулятора 2 в. Определить напряжение батареи или напряжение на зажимах лампы (пренебрегая сопротивлением проводников, подводящих ток к лампе).

Напряжение батареи равно напряжению источника 1 плюс напряжение источника 3, т. е. $2 + 2 = 4$ в.

При последовательном соединении источников можно включать источники с э. д. с. различной величины.

Группа источников, соединенных между собой, называется батареей (рис. 6).

На автомобилях широкое применение получили аккумуляторные батареи, состоящие из трех или шести последовательно включенных аккумуляторов.

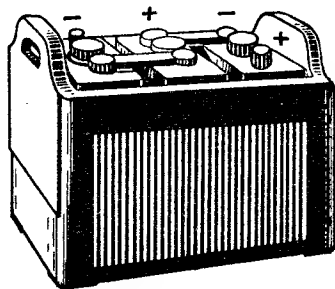


Рис. 6. Аккумуляторная батарея.

Параллельное соединение источников. Два аккумулятора соединены между собою одноименными зажимами (рис. 7), т. е. зажим $+$ аккумулятора 1 соединен с зажимом $+$ аккумулятора 3 . То же сделано с зажимами $-$. От точек соединения питается лампа 2 .

При параллельном соединении источников положительные зажимы отдельных источников объединяются в один провод, а

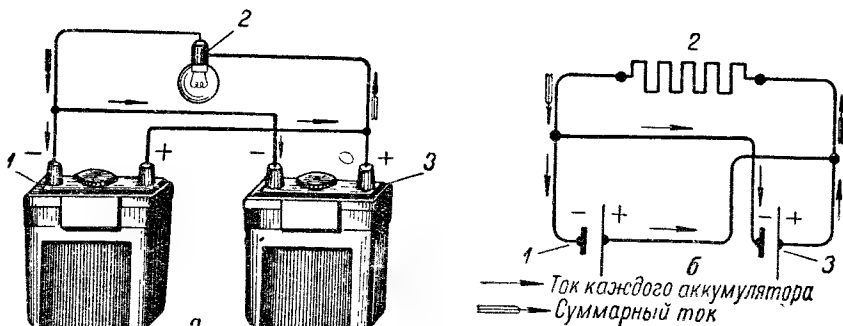


Рис. 7. Параллельное соединение источников электрической энергии.

а — монтажная схема, б — принципиальная схема.

отрицательные в другой провод. Соединять можно только источники, имеющие э. д. с. равной величины.

При параллельном включении источников э. д. с. батареи равна э. д. с. каждого источника, и батарее можно рассматривать, как один источник с большими пластинами-электродами, благодаря чему можно получить ток большей величины.

Смешанное соединение источников. Иногда применяют смешанное соединение источников. При этом можно получить от батареи повышенное напряжение и больший разрядный ток.

§ 9. Закон разветвленных токов. При параллельном включении сопротивлений ток от источника разветвляется и поступает в лампы 1 и 2 (рис. 3). Затем эти два тока складываются и возвращаются к источнику по неразветвленной части цепи.

Если величина сопротивлений ламп 1 и 2 одинакова, то, очевидно, и токи в лампах будут равны между собою. Однако на практике это встречается как частный случай.

Для определения величины тока в любом сопротивлении (при параллельном включении) применяется закон разветвленных токов. По этому закону ток, «притекающий» к точке разветвления, равен сумме токов, «утекающих» от нее.

Обозначим буквами: I — суммарный ток, I_1 — ток в сопротивлении R_1 и I_2 — ток в сопротивлении R_2 .

В нашей схеме (рис. 8) ток, «притекающий» к точке a , изображен стрелкой с хвостовым оперением. Токи, «утекающие» от точки a , изображены стрелками без хвостового оперения.

Величина «притекающего» тока зависит от общего сопротивления ($R_{общ}$) всех включенных параллельно потребителей и напряжения источника (U), т. е.

$$I = \frac{U}{R_{общ}}.$$

Величина каждого «утекающего» тока зависит от проводимости данного потребителя. Чем больше его проводимость, тем больше ток, так как ток распределяется в ветвях цепи пропорционально проводимости каждой ветви.

Пример 10. Определить величины токов в лампах R_1 и R_2 (рис. 8), питающихся от аккумуляторной батареи, а также величину разрядного тока батареи, если напряжение аккумуляторной батареи 6 в, а сопротивление лампы R_1 — 3 ом и лампы R_2 — 8 ом.

- 1) ток лампы R_1 равен $6 : 3 = 2$ а;
- 2) ток лампы R_2 — $6 : 8 = 0,75$ а;
- 3) разрядный ток или ток, «притекающий» к точке a , равен сумме токов, «утекающих» от нее, т. е. $2 + 0,75 = 2,75$ а.

§ 10. Тепловое действие электрического тока. При передаче электрической энергии по проводнику часть ее затрачивается на преодоление сопротивления проводника (потребителя). Это вызывает нагревание проводника, т. е. часть электрической энергии преобразуется в тепловую энергию.

Количество тепла (Q), выделяющегося под действием тока, зависит от величины тока (I), напряжения на зажимах потребителя U и времени действия тока (t). Зависимость между этими величинами была установлена русским академиком Ленцем и заключается в следующем.

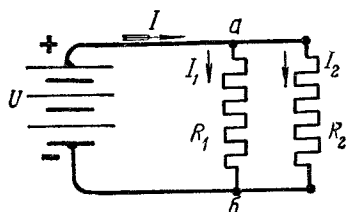
1. Чем больше напряжение на концах проводника, тем больше выделится тепла.

2. Чем больше величина тока в проводнике, тем больше выделится тепла.

3. Чем длительнее действует ток, тем больше выделится тепла.

Чтобы определить количество калорий * тепла, выделенного током в проводнике, необходимо перемножить величины напряжения ($в$) и тока ($а$) на время действия тока ($сек$) и постоянный коэффициент, равный 0,24.

Так как напряжение на зажимах потребителя зависит от сопротивления его и величины тока, то можно сказать, что чем больше



⇒ Суммарный ток

→ Ток в одном сопротивлении

Рис. 8. Схема «закона разветвленных токов».

* Калорисй называется такое количество тепла, которое затрачивается для нагревания 1 мл воды на 1°.

сопротивление (R) при том же токе, тем больше выделится тепла под действием тока.

Для определения количества тепла, выделяемого электрическим током в проводнике, пользуются следующим уравнением

$$Q = 0,24 U I t, \text{ или } Q = 0,24 I^2 R t, \text{ так как } U = I R,$$

где Q — количество тепла (*кал*),
 t — время действия тока (*сек*).

Пример 11. Определить количество калорий тепла, выделенное током в электрическом обогревателе переднего стекла автомобиля в течение 1 ч (т. е. 3600 *сек*), если напряжение на зажимах обогревателя 6 в, а величина тока в обогревателе 5 а.

Количество тепла равно $0,24 \times 6 \times 5 \times 3600 = 25\,920$ *кал*.

Тепловым действием электрического тока пользуются в электрических лампах накаливания, нагревательных приборах, для защиты электрических цепей путем установки плавких или биметаллических предохранителей, а также в тепловых измерительных приборах.

В проводниках, соединяющих источник с потребителем электрической энергии, потеря электрической энергии на тепловое действие тока крайне нежелательна, поэтому проводники применяют с возможно малым сопротивлением. В связи с этим материал для проводов берут с малым удельным сопротивлением (например, медь) и не допускают большой плотности тока. Под плотностью тока подразумевается количество ампер, приходящихся на 1 *мм*² поперечного сечения провода.

§ 11. **Количество электричества, работа и электрическая мощность.** Количество электричества, поступившее к какому-либо потребителю за определенное время, измеряется произведением величины действовавшего электрического тока в цепи на время его действия. Если величина тока выражена в амперах и время действия тока в часах, то количество электричества, пропущенное потребителем, выражается в ампер-часах (*а-ч*).

Электрический ток, нагревая проводник, совершает работу, т. е. на нагревание затрачивается электрическая энергия. Величина работы, или электрической энергии, зависит от напряжения на зажимах потребителя, величины тока и времени его действия.

За единицу работы электрического тока, или за единицу электрической энергии, принят ватт-час (*вт-ч*). Это такая работа, которую совершает электрический ток в 1 а при напряжении 1 в в течение 1 часа. Таким образом работа, совершенная током (*вт-ч*), представляет произведение величин напряжения (*в*) и тока (*а*) на время в часах.

Пример 12. Определить работу, совершенную током в электрическом обогревателе стекла, по данным предыдущего примера. Она будет равна: $6 \times 5 \times 1 = 30$ *вт-ч*.

Пример 13. Определить, какую работу совершил ток в электрическом стартере автомобиля ГАЗ-ММ при пуске двигателя, если напряжение 6 в, ток 110 а, а время пуска 0,5 минуты или $\frac{1}{120}$ часа.

Работа составит: $6 \times 110 \times \frac{1}{120} = 5,5 \text{ вт-ч}$.

Как видим из примеров, работа, совершенная током в обогревателе стекла, больше работы, совершенной током в стартере.

В первом примере ток был в 22 раза меньше, чем во втором, но время его действия было в 120 раз длительнее и в связи с этим работа оказалась больше.

В электрооборудовании автомобилей и тракторов единица измерения работы ватт-час применяется широко. Для измерения в промышленности и быту такая единица очень мала; здесь применяют единицы более крупные — гектоватт-час (100 вт-ч) и киловатт-час (1 000 вт-ч).

Работа, совершенная током в 1 сек, представляет мощность электрического тока, которая выражается произведением величины тока (а) на напряжение (в) и измеряется в ваттах.

Электрическая мощность (Р) определяется по формуле

$$P = IU \text{ (вт)},$$

или в лошадиных силах (N)

$$N = \frac{IU}{736} \text{ (л. с.)},$$

где I — ток (а),

U — напряжение (в).

Для определения электрической мощности, выраженной в лошадиных силах, необходимо мощность, выраженную в ваттах, разделить на 736, так как 1 л. с. равноценна электрической мощности 736 вт.

Пример 14. Определить мощность (в ваттах), требующуюся для обогревателя стекла, если ток равен 5 а при напряжении 6 в.

Мощность равна $5 \times 6 = 30 \text{ вт}$.

Пример 15. Определить мощность стартера в лошадиных силах автомобиля ГАЗ-ММ при напряжении 5 в, токе 200 а и коэффициенте полезного действия 65%.

Мощность стартера равна: $200 \times 5 = 1\,000 \text{ вт}$.

Учитывая, что потери равны 35%, мощность стартера на валу якоря будет 650 вт, или $650 : 736 = 0,883 \text{ л. с.}$

Сопоставляя примеры 14 и 15, мы видим большое различие в величине потребляемой мощности обогревателем стекла и стартером.

Примеры для самостоятельной работы.

1. Определить величину тока и сопротивление каждой спирали лампы-фары автомобиля ЗИС-110, если рабочее напряжение 6 в,

мощность, потребляемая спиралью дальнего света, 40 *вт*, ближнего — 30 *вт*.

2. Определить величину общего сопротивления цепи при одновременном включении двух главных фар (спирали дальнего света) и заднего номерного фонаря автомобиля ГАЗ-51, если рабочее напряжение 12 *в*, каждая спираль дальнего света пропускает ток в 4 *а* и спираль лампы освещения номерного знака 0,4 *а*. Лампы включены параллельно.

3. Определить сопротивление вторичной обмотки индукционной катушки автомобиля. Для двух случаев: при температуре +15 и +70°, если материал проволоки — медь, длина 1 200 *м*, а поперечное сечение проволоки 0,008 *мм*².

4. Определить необходимую мощность генератора автомобиля ЗИС-5 при одновременном питании двух главных фар, номерного фонаря и зарядке батареи, если ток лампы главной фары 3 *а*, лампы номерного фонаря — 0,5 *а*, а зарядный ток 4,5 *а* и рабочее напряжение 7 *в*. Все потребители включены параллельно.

5. Определить, какая лампа будет ярче светить, если две лампы соединены последовательно между собою и питаются от аккумуляторной батареи (рис. 2): Лампа 1 имеет мощность 6 *вт*, лампа 2 — 12 *вт*, а напряжение источника 6 *в*.

Контрольные вопросы

1. Что называется э. д. с. и в каких единицах она измеряется?
2. Что подразумевается под понятием ток и какая единица измерения его?
3. От чего зависит величина напряжения на зажимах потребителя?
4. Объясните три основных выражения закона Ома.
5. От чего зависит сопротивление проводника и в каких единицах оно измеряется?
6. В чем различие между сопротивлением проводника и его проводимостью и какое название имеет единица проводимости?
7. Как определить общее сопротивление цепи при последовательном соединении потребителей?
8. Объясните, какова зависимость тока и напряжения для отдельных потребителей при последовательном их соединении?
9. Как определить общее сопротивление цепи при параллельном соединении потребителей?
10. Какой способ соединения потребителей применяется в быту, промышленности, автомобилях и тракторах и почему?
11. Как определить общее сопротивление цепи при смешанном включении потребителей?
12. Для какой цели источники электрической энергии включаются последовательно между собою?
13. Какие выгоды дает параллельное включение нескольких источников электрической энергии?
14. Какой способ включения применяется на автомобильных аккумуляторных батареях и почему?
15. Объясните закон разветвленных токов.
16. От чего зависит количество тепла, выделяемого током в проводнике (закон Ленца)?
17. Как определить работу, совершенную током, и в каких единицах она измеряется?

18. Какие величины в цепи электрического тока надо знать для определения мощности, расходуемой потребителями?

19. Если известна мощность, выраженная в ваттах, как определить ее в лошадиных силах?

20. Можно ли узнать количество тепла, выделенного током, если известна мощность, потребляемая нагревательным прибором, и время, в течение которого этот прибор был присоединен к источнику?

ГЛАВА II

✓ МАГНЕТИЗМ И ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

§ 12. Магнетизм. Тела, способные притягивать сталь, ее сплавы, а также никель, кобальт и хром, называются магнитами. Магниты бывают естественные и искусственные. К естественным магнитам относится магнитная окись железа (железная руда). Естественные магниты в промышленности не нашли применения, так как они обладают слабыми магнитными свойствами.

Искусственные магниты изготавливаются из стали с последующей закалкой или их отливают из специальных магнитных сплавов, приобретающих после остывания большую твердость. Затем этот кусок стали или отливку намагничивают. Благодаря способности длительно сохранять магнитные свойства такие магниты называют постоянными магнитами.

В зависимости от назначения магниту придают различную форму. Наиболее простая форма магнита — в виде прямоугольного бруска — представлена на рис. 9, а. На рис. 9, б представлен магнитный спектр этого магнита. Он получен так: поверх магнита положен лист плотной гладкой бумаги и на нее через сито насыпаны стальные опилки. После очень слабых сотрясений листа бумаги стальные опилки займут определенное положение — на концах магнита опилки сгустятся, а по мере удаления от концов разредятся. В тех местах, где опилки расположены гуще, магнит действует наиболее сильно. Эти места называются полюсами магнита.

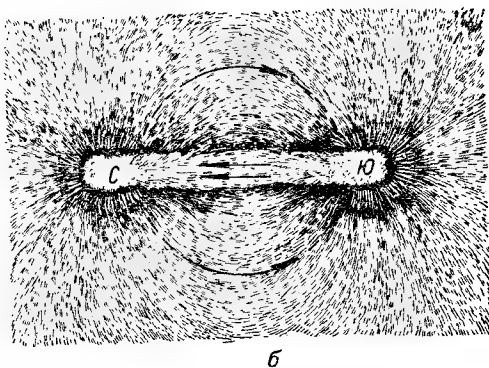
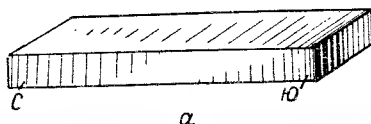


Рис. 9. Искусственный магнит (а) и спектр магнитного поля (б).

Если такой брусок положить на пробковый поплавок и пустить на воду, то один конец бруска (магнита) повернется к северному полюсу земли и, как бы мы ни поворачивали магнит, он вновь займет такое же положение. Конец магнита, обращенный к северному полюсу земли, называют северным полюсом и обозначают буквой *С*, а второй конец магнита — южным полюсом — *Ю*.

Если прикладывать к различным местам магнита небольшой кусок отожженной стали, то заметим следующее: на концах магнита кусок притягивается с большей силой, а у середины бруска он не притягивается. Средняя часть магнита называется нейтральной. Ее легко обнаружить стрелкой компаса, так как у нейтральной плоскости магнит не оказывает на нее влияния.

Пользуясь компасом, мы обнаруживаем свойства магнита на довольно большом расстоянии. То пространство, в котором можно обнаружить его магнитные свойства, называется магнитным полем.

Рассматривая магнитный спектр (рис. 9, б), мы видим, что по мере приближения к полюсам магнитное поле становится гуще. Видим также, что стальные опилки располагаются в виде линий, которые обозначают путь линий магнитного поля. Условились считать, что линии магнитного поля направлены от северного полюса к южному, а внутри магнита — от южного полюса к северному.

При намагничивании искусственных магнитов, изготовленных из разных сортов стали и при различной тепловой обработке (закалке), наблюдается, что одни магниты приобретают большие магнитные свойства, а другие меньшие. Одни быстро размагничиваются, а другие длительно сохраняют магнитные свойства.

Способность магнита сохранять магнитные свойства в случае действия на него размагничивающей силы (например, если поднести второй магнит одноименным полюсом) называется задерживающей силой. Чем больше эта сила, тем длительнее в магните сохраняется остаточный магнетизм.

Если расстояние между двумя магнитами незначительно, то легко обнаружить, что одноименные полюсы магнитов отталкиваются, а разноименные — притягиваются. Сила взаимодействия (притяжение или отталкивание) зависит от расстояния между полюсами. При увеличении расстояния в два раза сила взаимодействия уменьшается в четыре раза. При увеличении расстояния в три раза сила уменьшится в девять раз и т. д.

В случае подковообразной формы магнита его полюсы оказываются расположенными ближе друг к другу, и магнитное поле в пространстве между ними будет гуще.

Магнит и его магнитное поле включают понятия: магнитный поток, магнитная цепь, магнитное сопротивление.

Магнитным потоком называют сумму магнитных линий, создаваемых данным магнитом. Единица измерения магнитного потока называется максвелл (*мкс*).

Если на полюсы магнита (рис. 10) наложить стальную пластинку (якорь), то магнитный поток большей частью будет направлен через эту пластинку, и только частично через воздух (так называемый поток рассеивания).

Якорем называется часть магнитной системы, которая замыкает магнитную цепь магнита.

Подобно электрической цепи, в магнитной цепи величина магнитного потока в якоре зависит от его магнитного сопротивления. Если поперечное сечение якоря будет очень мало (например, якорь сделан из одного прутка стальной проволоки), то магнитное сопротивление будет очень большим и в якоре магнитный поток будет очень малым. Поток же рассеивания в этом случае будет очень большим. То же можно сказать и о длине якоря: чем большую длину он имеет, тем сопротивление его больше.

Величина магнитного сопротивления якоря зависит от материала, из которого он изготовлен; так, например, мягкая отожженная сталь или специальная трансформаторная сталь лучше проводят магнитный поток, чем закаленная углеродистая сталь или чугун; следовательно, первые имеют меньшее магнитное сопротивление. Материалы, оказывающие большое сопротивление прохождению магнитного потока, называются материалами с малой магнитной проницаемостью и наоборот. Магнитная проницаемость воздуха принята за единицу.

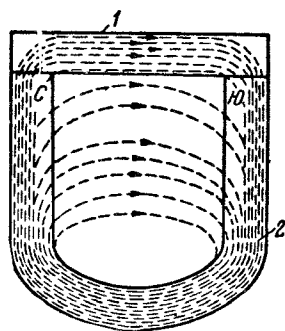


Рис. 10. Магнит подковообразной формы.

1 — якорь, 2 — магнит.

В сплавах, содержащих железо, магнитная проницаемость в сотни и даже тысячи раз больше, чем у воздуха. Однако магнитная проницаемость воздуха остается постоянной независимо от величины магнитного потока, а в стали и ее сплавах магнитная проницаемость уменьшается при большем магнитном насыщении, т. е. с увеличением магнитной индукции.

Величина магнитного сопротивления у немагнитных металлов (алюминий, медь, цинк, свинец, олово и их сплавы) очень большая и близка к сопротивлению воздуха.

Рассматривая электрическую цепь, мы говорили о плотности тока. При рассмотрении магнитной цепи сходное значение имеет так называемая магнитная индукция. Магнитная индукция есть количество магнитных линий, проходящих через сечение магнитной цепи площадью в 1 см^2 . Магнитная индукция измеряется в единицах, называемых гаусс (гс).

Пример 16. Определить величину магнитной индукции в якоре магнита с поперечным сечением 2 см^2 . Величина магнитного потока равна $10\,000 \text{ мкс}$. Находим $10\,000 : 2 = 5\,000 \text{ гс}$.

§ 13. Электромагнетизм. Если в проводнике имеется электрический ток постоянного направления, то стрелка компаса обнаруживает не только наличие тока, но и его направление. Это явление объясняется тем, что вокруг проводника с током образуется магнитное поле.

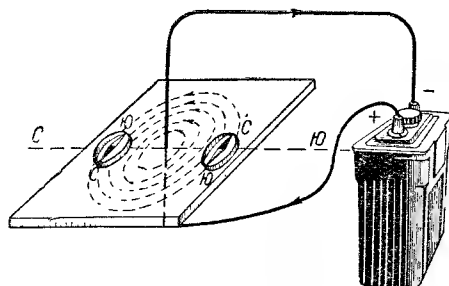


Рис. 11. Электромагнитное действие электрического тока.

На рис. 11 изображен провод, пропущенный через лист картона, на котором расположены два компаса. До появления тока в проводе стрелки компасов синим концом указывали северный полюс земли. После присоединения концов провода к зажимам аккумулятора в проводнике появится электрический ток, и стрелки компасов отклонятся (на рисунке они изображены в отклонившемся положении).

Посыпая стальные опилки на лист и слегка встряхивая их, мы получим магнитный спектр в виде concentric rings. Направление их указано стрелками. Как видно из рисунка, магнитные линии, созданные током, «входят» в южные концы стрелок компасов и «выходят» из северных концов, т. е. стрелки располагаются по направлению магнитного поля, созданного током.

Если изменить направление электрического тока в нашем проводе, то изменится и положение стрелок компасов — они будут показывать наоборот. Это происходит потому, что при изменении направления тока изменится и направление магнитных линий. Таким образом, направление магнитных линий вокруг проводника зависит от направления электрического тока в нем.

Для определения направления тока, если неизвестны значения + и — зажимов аккумулятора, следует поднести компас снизу под провод с током (рис. 12, а) и наложить ладонь правой руки на провод так, чтобы большой палец накрывал северный (синий) конец стрелки компаса, тогда остальные пальцы укажут направление тока в проводнике.

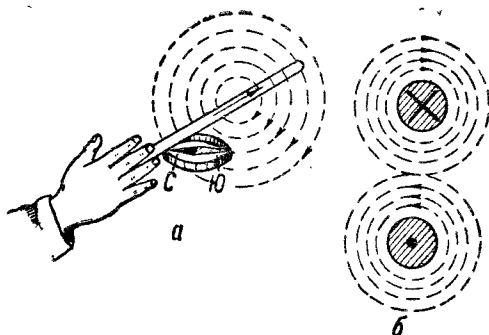


Рис. 12. Определение направления тока в проводнике с помощью компаса.

На рис. 12, б представлены два проводника в поперечном сечении. Условились изображать ток в сечении проводника, направленный от нас, в виде кружка со знаком умножения внутри, т. е. хвоста улетающей стрелы. В случае направления тока к нам на сечении проводника ставится в центре точка, т. е. острое стрелы.

Для того чтобы магнитное поле, созданное электрическим током, усилить и сосредоточить в малом пространстве, проводнику придают форму спирали (рис. 13, а). Проводник тока, имеющий форму спирали, называется соленоидом. Как видим на рисунке, магнитные линии отдельных витков складываются в общий магнитный поток, и соленоид приобретает полярность: слева — северный полюс *С*, справа — южный *Ю*. Если соленоид сделать в виде многослойной катушки, то магнитные свойства его еще увеличатся.

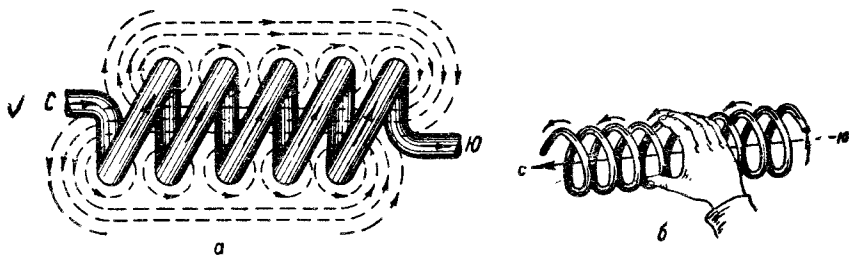


Рис. 13. Соленоид.

а — расположение магнитного потока в соленоиде, б — определение полюсов соленоида.

Величина магнитного потока соленоида зависит от величины тока и числа витков. Произведение этих двух величин называется ампер-витками катушки.

Полярность соленоида можно быстро и легко определить (без компаса). Для этого необходимо наложить ладонь правой руки на соленоид так, чтобы четыре пальца руки указывали направление тока в обмотке, тогда большой палец укажет северный полюс соленоида (рис. 13, б).

При введении стального сердечника внутрь соленоида магнитный поток значительно усиливается. Это объясняется уменьшением сопротивления магнитной цепи вследствие того, что магнитные линии на своем пути проходят не только через воздух, а также и через сталь. Катушка со стальным сердечником называется электромагнитом.

Если неизвестно направление тока в обмотке, то оно может быть определено с помощью компаса. Определяем компасом северный полюс электромагнита, накладываем ладонь правой руки на катушку так, чтобы большой палец находился со стороны северного полюса, тогда остальные пальцы руки укажут направление тока в обмотке.

В электрооборудовании автомобилей и тракторов электромагниты имеют очень широкое применение, например, в генераторах, стартерах, различных реле, регуляторах напряжения, регуляторах тока и в звуковых сигналах.

√§ 14. Магнитный гистерезис. Рассмотрим магнитные явления, происходящие в стали при намагничивании и размагничивании ее. На рис. 14 изображена схема, составленная из электромагнита 2 с двумя катушками, магнитометра 1, аккумуляторной батареи, реостата 3, переключателя направления тока 4 и амперметра А.

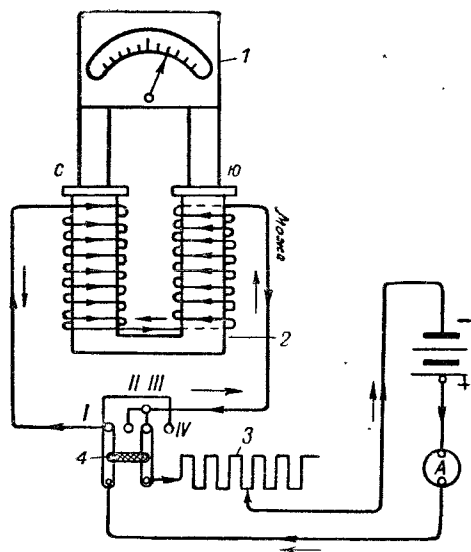


Рис. 14. Схема электромагнита.

При положении переключателя, изображенном на рисунке, направление тока указано стрелками на проводах. При этом направлении тока левый сердечник (верхняя часть) будет иметь северный полюс, а правый — южный.

При введенном полностью реостате величина тока в обмотках электромагнита будет малая, и стрелка магнитометра покажет малую величину магнитного потока в сердечниках электромагнита. Постепенно выводя сопротивление реостата перемещением ползунка влево, мы увеличиваем ток в обмотках. Наблюдая по ампер-

метру за увеличением тока, замечаем по магнитометру увеличение магнитного потока; если теперь постепенно уменьшать величину тока, то магнитный поток будет убывать, но только убывание будет происходить в меньшей мере, чем убывает ток. Когда величина тока будет равна нулю, стрелка магнитометра не встанет на нуль, а будет показывать какой-то магнитный поток. Этот поток носит название остаточного магнетизма.

Вновь введем реостат движением ползунка вправо и переключим направление тока в обмотках электромагнита, повернув переключатель направления тока вправо на контакты II, IV (для этого положения переключателя стрелки, указывающие направление тока, поставлены рядом с проводником). Как будто полюсы электромагнита должны бы перемagnetиться. Однако стрелка магнитометра не только не отклонилась влево, но даже не дошла до нуля, так как остаточный магнетизм еще находится в стали сердечников. Чтобы довести магнитный поток до

нуля, необходимо увеличить с помощью реостата размагничивающий ток.

Зная число витков двух катушек и величину тока в обмотке, можно узнать, сколько ампер-витков потребовалось, чтобы остаточный магнетизм довести до нуля, а по полученному числу ампер-витков можно судить о величине задерживающей силы стали сердечника.

Величина задерживающей силы определяется отношением числа ампер-витков к длине стального сердечника, выраженной в сантиметрах, и измеряется либо в ампер-витках на 1 см, либо в эрстедах (э).

Для изготовления искусственных магнитов применяют материалы с большой задерживающей силой, достигающей 550 э, а для изготовления сердечников трансформаторов и якорей электрических машин она должна быть очень малой (до десятых долей эрстеда). Это необходимо для уменьшения потери энергии, которая затрачивается на перемагничивание сердечника.

Отставание в убывании магнитного потока при уменьшении намагничивающих ампер-витков называется магнитным гистерезисом.

Пользуясь электромагнитом (рис. 14), производят намагничивание постоянных магнитов для магнето и электроизмерительных приборов.

§ 15. Взаимодействие между проводником с током и магнитным полем. Из предыдущего нам известно, что вокруг проводника с током образуется магнитное поле в виде концентрических колец. Указывалось также действие магнитного поля проводника на стрелку компаса. Каково же взаимодействие между проводником с электрическим током и магнитным полем, в которое он помещен?

На рис. 15 а изображены полюсы магнита (сам магнит не изображен). В магнитное поле между полюсами помещен проводник с током. Вследствие взаимодействия поля проводника с полем магнита проводник будет перемещаться в направлении, перпендикулярном к магнитному полю магнита.

Чтобы определить направление движения проводника с током в магнитном поле, применяют «правило левой руки». Этим правилом пользуются так: ладонь левой руки обращают к северному полюсу магнита, а четыре пальца руки направляют по направлению тока в проводнике, тогда большой палец укажет направление движения проводника в магнитном поле (рис. 15, б).

При рассмотрении взаимодействия двух магнитов было установлено, что одноименные полюсы отталкиваются, а разноименные притягиваются, поэтому слева от проводника (рис. 15, в) магнитные линии поля магнита и поля проводника будут отталкиваться, так как направлены навстречу друг другу. Это вызовет разрежение магнитного поля. Справа от проводника явление обратное: направления магнитных линий обоих полей совпадают, и

суммарное магнитное поле сгустится, вследствие чего проводник будет стремиться переместиться в разреженное поле, т. е. влево. Сила, с которой проводник с током перемещается в магнитном поле, зависит от величины тока в проводнике, активной длины проводника и количества магнитных линий, проходящихся на 1 см^2 .

Активной длиной проводника называется участок проводника, находящийся в магнитном поле и расположенный перпендикулярно магнитным линиям магнита. Чем больше величина тока, активная длина проводника и магнитный поток, тем с большей силой проводник стремится переместиться.

Рассмотренное явление использовано в электродвигателях.

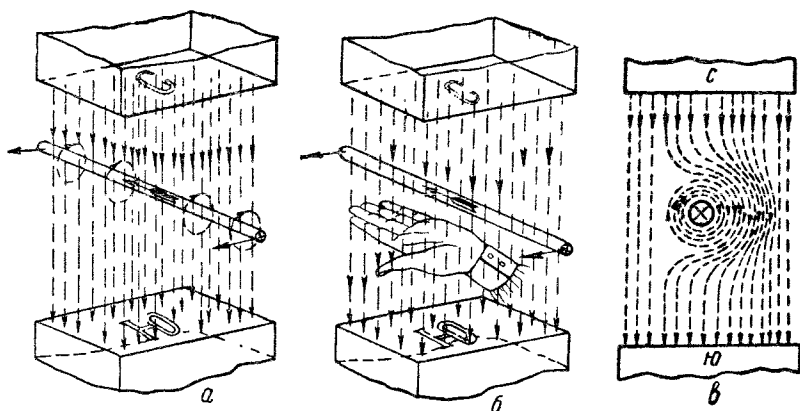


Рис. 15. Схема взаимодействия проводника с током и магнитным потоком магнита.

а — направление движения проводника в магнитном поле, *б* — «правило левой руки», *в* — распределение магнитных линий при взаимодействии.

§ 16. Электромагнитная индукция. Слово «индукция» означает явление, возникающее в каком-либо теле без непосредственного соприкосновения с другим телом. Так, например, кусок стали, находящийся поблизости от магнита и не соприкасающийся непосредственно с ним, приобретает сам магнитные свойства. В этом случае говорят, что магнит индуцирует в куске стали магнитные свойства.

Поместим проводник в магнитное поле постоянного магнита или электромагнита (рис. 16), соединив предварительно концы проводника с чувствительным электроизмерительным прибором — гальванометром и будем перемещать проводник в магнитном поле.

При движении слева направо, проводник будет пересекаться магнитными линиями; при этом стрелка гальванометра отклонится, т. е. гальванометр обнаружит наличие электрического тока в проводнике. Как только перемещение проводника прекратится, стрелка гальванометра опять встанет на нуль. При перемещении

проводника справа налево стрелка вновь отклонится от нуля, но в противоположную сторону.

Этот опыт показывает, что при пересечении проводника магнитными линиями в нем возбуждается (индуцируется) э. д. с. и под ее действием в замкнутой цепи провод — гальванометр появляется электрический ток.

Опыт также показывает, что индуцированный ток изменяет свое направление при изменении направления движения проводника в магнитном поле. Изменение направления тока вызвано изменением направления э. д. с. Определить направление индуцированной э. д. с. можно «правилом правой руки». Для этого необходимо ладонь правой руки подставить к северному полюсу магнита так, чтобы магнитные линии как бы входили в ладонь, а большой палец указывал направление движения проводника в магнитном поле. Остальные четыре пальца руки укажут направление индуцированной э. д. с. При наличии замкнутой цепи направление тока определяется направлением индуцированной э. д. с.

Очевидно, что э. д. с. возбудится в проводнике и в том случае, когда проводник неподвижен, а будет двигаться магнитное поле магнита. Только в этом случае при пользовании «правилом правой руки» необходимо помнить, что правило справедливо для движущегося проводника и нужно мысленно заменить движение магнитного поля движением проводника, т. е. если магнит двигался вправо, то это равносильно движению проводника влево.

Рассмотренное явление называется явлением электромагнитной индукции.

Установлено, что величина индуцированной э. д. с. зависит от количества магнитных линий, проходящихся на 1 см^2 , активной длины проводника и скорости перемещения проводника в магнитном поле. Чем больше магнитных линий (гуще магнитный поток), больше активная длина и больше скорость проводника, тем больше индуцированная э. д. с. Короче говоря, чем большее число магнитных линий пересекает проводник в 1 сек , тем больше индуцированная э. д. с.

В рассмотренном случае (рис. 16) проводник перемещался между полюсами магнитов прямолинейно и перпендикулярно магнитным линиям. Придадим проводнику форму петли $a-b$ и концы ее соединим с внешней нагрузкой скользящими контактами

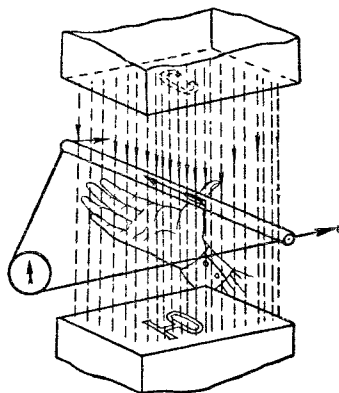


Рис. 16. «Правило правой руки» для определения направления индуцированной э. д. с.

в виде металлических колец с графитовыми щетками (рис. 17). Петлю поместим между полюсами магнита так, чтобы она могла вращаться относительно оси $O-O$.

При вращении петли в магнитном поле в проводниках a и b будет индуцироваться э. д. с. и во внешней цепи появится электрический ток. При положении 1 э. д. с. и ток равны нулю. При положении 2 в проводнике b ток направлен от нас (стрелка $\rightarrow$), а в проводнике a к нам. Так как при перемещении проводников перед полюсами проводники движутся перпендикулярно магнитным линиям (положения 2 и 4), в проводниках появится э. д. с. и ток наибольшей величины. При положениях 1 и 3 проводники

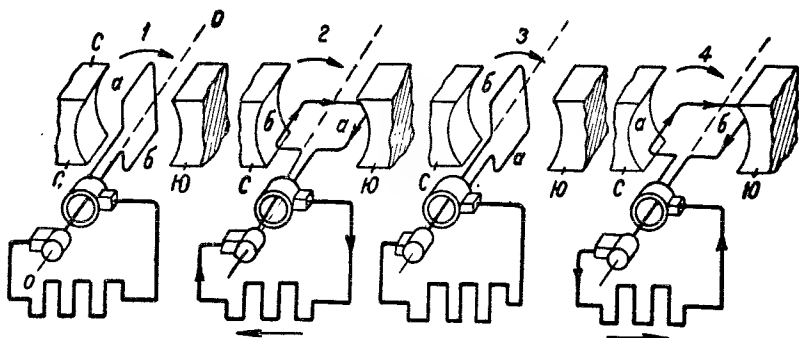


Рис. 17. Схема получения переменного тока в проводнике, вращающемся в магнитном поле.

«скользят» вдоль магнитных линий и пересечение не происходит, э. д. с. равна нулю и во внешней цепи ток равен нулю.

Сравнивая положения 2 и 4, видим, что в положении 2 против полюса C проходит проводник b . В положении 4 этот проводник проходит против полюса $Ю$, вследствие чего в проводнике возбуждается э. д. с. то одного, то обратного направления. Таким образом, во вращающейся петле возникает переменная по величине и направлению э. д. с. и во внешней цепи имеет место переменный электрический ток. Э. д. с. и ток дважды за один оборот петли изменяют свою величину и направление.

Так как ток в проводнике внешней цепи изменяется по величине и направлению, то и магнитное поле вокруг проводника будет изменяться. При возрастании тока магнитное поле будет увеличиваться и занимать большее пространство вокруг проводника. При убывании тока магнитное поле будет сокращаться, и когда величина тока станет равной нулю, магнитное поле исчезнет. При появлении тока обратного направления магнитные линии будут направлены в обратную сторону.

Таким образом, вокруг проводника внешней нагрузки магнитные линии будут пульсировать.

§ 17. Взаимная индукция. Поместим второй проводник рядом с первым (рис. 18) так, чтобы он расположился параллельно первому, но электрического соединения с ним не имел. Если проводник 1 питать переменным током (переменный ток обозначается значком $\sim$), то в проводнике 2, соединенном с электроизмерительным прибором 3, обнаружится электрический ток. Появление тока в проводнике 2 вызвано э. д. с. взаимной индукции, возникшей от пересечения проводника 2 магнитным полем проводника 1.

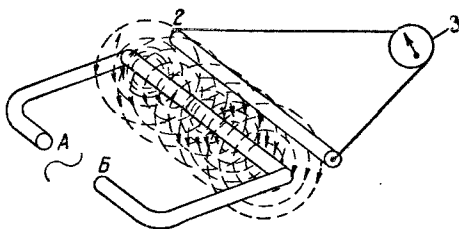


Рис. 18. Схема, объясняющая явление взаимной индукции.

Рассмотрим подробнее явление взаимной индукции и определим направление э. д. с., индуцированной во втором проводнике. На рис. 19 изображены два проводника в поперечном сечении.

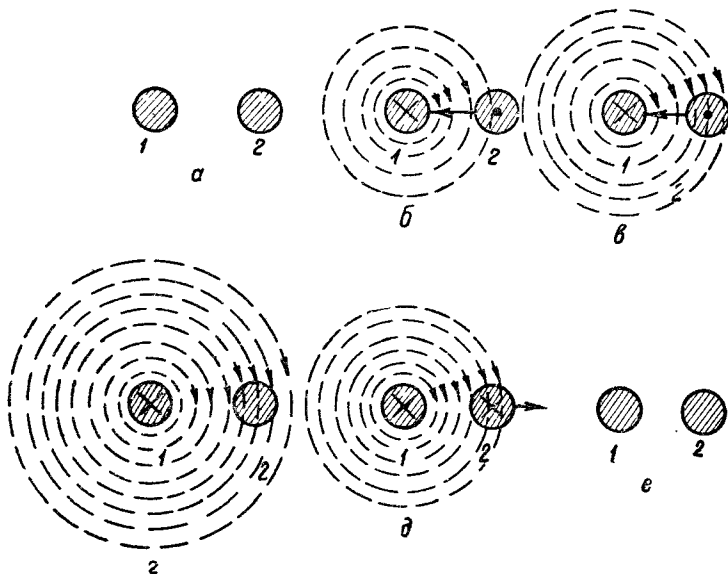


Рис. 19. Процесс пересечения проводника магнитным потоком, создаваемым переменным по величине током.

П о л о ж е н и е а. В проводнике 1 ток равен нулю, магнитное поле равно нулю, и э. д. с. взаимной индукции в проводнике 2 равна нулю.

П о л о ж е н и е б. В проводнике 1 ток, направленный от нас, увеличивается, магнитные линии начинают пересекать проводник 2, и в нем появляется э. д. с. взаимной индукции, направленная к нам.

Положение в. В проводнике 1 ток еще увеличивается, количество магнитных линий, пересекающих проводник 2, увеличивается и э. д. с. взаимной индукции достигает наибольшей величины.

Положение г. В проводнике 1 ток наибольший и не меняющийся по величине, но магнитные линии не пересекают проводника 2, а только его охватывают, вследствие чего э. д. с. взаимной индукции равна нулю.

Положение д. В проводнике 1 ток, сохраняя прежнее направление, убывает. Магнитное поле сокращается и магнитные линии пересекают проводник 2 с обратной стороны. В нем появилась э. д. с. взаимной индукции, направленная от нас, т. е. ее направление совпадает с направлением убывающего тока в проводнике 1.

Положение е аналогично положению а.

Чтобы определить направление э. д. с. взаимной индукции в проводнике 2, применим «правило правой руки». Так как правило

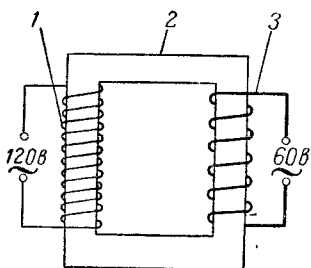


Рис. 20. Схема трансформатора.

применяется для проводника, движущегося в магнитном поле, а в рассматриваемом случае оба проводника неподвижны и перемещается только магнитное поле, заменим (мысленно) движение магнитных линий движением проводника 2.

В случаях б и в движение магнитных линий к проводнику 2 слева направо будем рассматривать как движение проводника 2 справа налево. Подставим ладонь правой руки к магнитным линиям, чтобы они «входили» в ладонь.

Большой палец повернем в сторону движения проводника в магнитном поле (стрелки $\rightarrow$), и тогда четыре пальца укажут направление э. д. с., возбужденной в проводнике 2.

Подобно рассмотренному, применяя «правило правой руки» и для положения д, определим направление э. д. с. в проводнике 2.

Проводник 1 с источником электрической энергии называется первичной цепью, а проводник 2 с электроизмерительным прибором — вторичной цепью. При увеличении тока в первичной цепи во вторичной возникает ток противоположного направления. При убывании тока в первичной цепи во вторичной возникает ток того же направления, как и убывающий ток. При установившемся электрическом токе в первичной цепи во вторичной цепи ток не возникает.

Явление взаимной индукции широко используется в аппаратах зажигания двигателей внутреннего сгорания и в различных трансформаторах (рис. 20). Трансформатор состоит из стального сердечника 2, на котором расположены две обмотки: первичная 1 и вторичная 3. В зависимости от назначения трансформаторы могут быть повышающие и понижающие.

В аппаратах зажигания низкое напряжение преобразуется в высокое, а в промышленных трансформаторах встречается преобразование как низкого напряжения в высокое (на электростанциях), так и высокого напряжения в низкое (в месте потребления).

Для использования явления взаимной индукции применяют не прямолинейные проводники, а катушки, выполненные изолированным проводом. Это позволяет в малых габаритах поместить нужное число витков и сосредоточить магнитный поток.

Величина э. д. с. взаимной индукции, возникающей во вторичной цепи, зависит от величины э. д. с. первичной цепи и отношения числа витков вторичной обмотки к числу витков первичной обмотки, т. е. вторичное напряжение равно первичному напряжению, умноженному на число витков вторичной обмотки * и разделенному на число витков первичной обмотки. Таким образом, с увеличением числа витков вторичной обмотки, вторичное напряжение увеличивается, и наоборот.

Пример 17. Определить напряжение на зажимах вторичной обмотки трансформатора, питающегося от сети переменного тока, если напряжение сети 220 в, число витков первичной обмотки 3 600, а число витков вторичной обмотки 200.

Вторичное напряжение будет $220 \times 200 : 3\,600 = 12,2$ в.

Трансформатор позволяет при понижении напряжения получать большую величину тока. Если в примере 17 трансформатор понизил напряжение с 220 до 12,2 в, т. е. в 18 раз, и ток в первичной обмотке был 1 а, то во вторичной обмотке можно получить ток 18 а.

Трансформаторы, которые служат для понижения напряжения, называются понижающими; они имеют первичную обмотку из проволоки малого диаметра, а вторичную — из проволоки большого диаметра.

В аппаратах зажигания применяются трансформаторы повышающего типа, вследствие чего первичная обмотка изготовлена из провода большого сечения и имеет малое число витков (150—330), а вторичная обмотка имеет провод очень малого сечения и большое число витков (10 000—23 000).

Пример 18. Определить величину э. д. с., возникающей во вторичной обмотке аппарата зажигания при размыкании первичной цепи, если э. д. с. в первичной цепи 200 в, число витков первичной обмотки 250, а число витков вторичной обмотки 16 000.

Вторичное напряжение будет $200 \times 16\,000 : 250 = 12\,800$ в.

§ 18. Самоиндукция. На рис. 21 изображен проводник в виде соленоида. Для удобства рассмотрения взяты только два витка, виток 1 и виток 2. Если мысленно рассечь соленоид по оси $O — O$,

* Для простоты изложения допускается, что напряжение и э. д. с. равны между собою, а поток рассеивания отсутствует; кроме того, не учтены потери электрической энергии в обмотках и в сердечнике трансформатора.

то над осью виток 1 и виток 2 можно рассматривать как два отдельных проводника. При появлении электрического тока в витке 1 вокруг проводника появляется магнитное поле, которое пересекает виток 2, двигаясь слева направо. Пользуясь «правилом правой руки», определяем направление индуктированной э. д. с. в витке 2. Но так как виток 2 есть продолжение витка 1, т. е. виток 2 имеет не только магнитную, но и электрическую связь с витком 1, то, очевидно, э. д. с., возбуждаемая в витке 2, будет направлена навстречу основному току, препятствуя его увеличению.

При убывании основного электрического тока магнитное поле вокруг витка 1 будет сокращаться, двигаясь справа налево, и вновь пересечет виток 2, в котором возбудится э. д. с., направленная в сторону убывающего тока, стремясь поддержать его, препятствуя уменьшению основного тока.



Рис. 21. Явление самоиндукции.

Э. д. с., возникающая в самом проводнике при изменении величины тока в нем, называется э. д. с. самоиндукции. Направление э. д. с. самоиндукции всегда таково, чтобы препятствовать причине, ее создавшей, т. е. при увеличении тока она направлена навстречу и препят-

ствует увеличению тока, а при уменьшении тока она препятствует уменьшению его.

Действие самоиндукции можно уподобить действию силы инерции в механике. Для того чтобы маховик начал вращаться, необходимо преодолеть силу инерции покоя и силы трения. В том случае, когда маховик вращается, его остановке будет противодействовать сила инерции движения.

Величина электродвижущей силы самоиндукции зависит от числа витков катушки, наличия или отсутствия стального сердечника в ней, а также от скорости изменения величины тока в обмотке катушки. Чем больше число витков и чем быстрее изменяется ток в обмотке, тем больше э. д. с. самоиндукции. В катушках со стальным сердечником магнитный поток больше, чем в катушках без сердечника, и величина э. д. с. самоиндукции в первом случае больше, чем во втором.

§ 19. Ток размыкания. Рассматривая явления взаимоиндукции и самоиндукции, мы подводили к зажимам первичной обмотки трансформатора переменный ток, который изменялся по величине и направлению. Если же первичная обмотка будет включена к источнику постоянного тока, то явлений взаимоиндукции и самоиндукции не будет, так как магнитное поле будет постоянным

и магнитные линии не будут пересекать витки обмоток. Однако в аппаратах зажигания батарейного типа необходимо преобразовывать (трансформировать) постоянный ток. В этом случае постоянный ток с помощью прерывателя делается прерывистым, и магнитный поток становится пульсирующим.

На рис. 22 изображена схема первичной цепи аппарата батарейного зажигания, состоящей из аккумуляторной батареи 1, амперметра, первичной обмотки со стальным сердечником 2 и прерывателя 3 (конденсатор не включен в схему).

При замыкании прерывателя под действием э. д. с. батареи в цепи появляется ток, и одновременно с появлением тока возникает э. д. с. самоиндукции. Так как она действует навстречу э. д. с. аккумуляторной батареи, то ток от батареи достигает наибольшей величины не мгновенно, а постепенно, и стрелка амперметра плавно перемещается по шкале.

В момент размыкания первичной цепи спадающее магнитное поле вновь возбуждает э. д. с. самоиндукции, имеющую такое же направление, как и убывающий ток, и в обмотке появляется ток самоиндукции размыкания, называемый током размыкания. Он направлен в сторону убывающего тока и проявляет себя в месте разрыва цепи в виде искры. При этом стрелка амперметра быстро встанет на нуль.

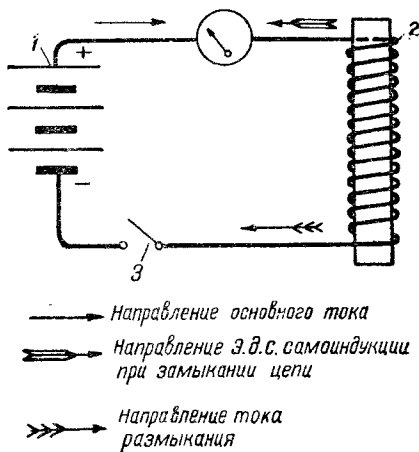


Рис. 22. Схема электрической цепи с прерыванием тока в ней.

Необходимо отметить, что э. д. с. самоиндукции при замыкании прерывателя во много раз меньше, чем при размыкании. Это объясняется тем, что при размыкании цепи электрического тока магнитный поток уменьшается быстрее, чем нарастает при замыкании ее.

§ 20. Вихревые токи. У катушки, изображенной на схеме (рис. 22), сердечник изготовлен из сплошного куска стали, и если прерыватель в течение некоторого времени будет замыкать и размыкать первичный ток, то обнаружим, что сердечник нагреется, хотя теплота, выделенная током в обмотке, и не могла передаться сердечнику в заметном количестве, так как между обмоткой и сердечником имеется картонная прослойка. Сердечник нагревается под действием токов, возбуждаемых в теле его изменяющимся магнитным потоком.

Токи, возникающие в массивных проводниках, подверженных переменному магнитному полю, носят название вихревых токов.

Они возникают во всех металлических деталях, если последние находятся в переменном магнитном потоке, например, в якорах электрических генераторов и стартеров, в сердечниках индукционных катушек как батарейного зажигания, так и магнето.

Вихревые токи крайне нежелательны в перечисленных приборах по трем соображениям.

1. Они выделяют тепло, и нагрев может повредить изоляцию обмоток.

2. Они препятствуют быстрому намагничиванию и размагничиванию.

3. На них затрачивается бесполезно энергия.

Чтобы уяснить причины возникновения вихревых токов и способы уменьшения их величины, обратимся к рис. 23, где якорь

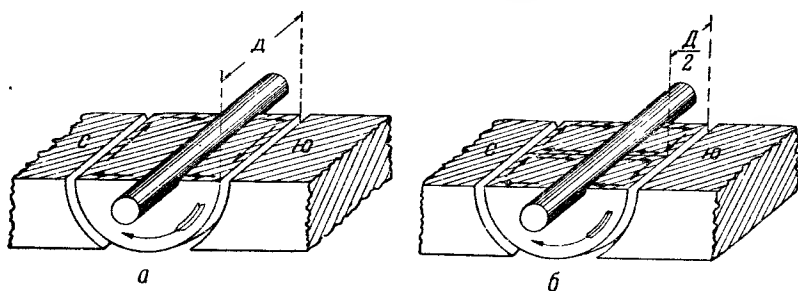


Рис. 23. Схема возникновения вихревых токов.

генератора или стартера вращается между северным и южным полюсами. Магнитная система изображена в разрезе.

На рис. 23, а якорь представляет одно сплошное тело, а на рис. 23, б якорь составлен из двух стальных частей, изолированных одна от другой. При вращении якоря его цилиндрическая поверхность пересекается магнитным потоком полюсов и в наружных частях металла возбуждаются токи, указанные стрелкой $\rightarrow$. Направление их определяем «правилом правой руки».

Величина индуцированной э. д. с., как ранее указывалось, зависит от длины проводника D , а величина тока в проводнике зависит от э. д. с. и сопротивления проводника. Если тело якоря по длине составить из двух изолированных кусков металла, то длина каждого равна $D : 2$ (рис. 23, б). Очевидно, что и величина э. д. с., индуцированной в каждой половине якоря, будет меньше в два раза, и вихревые токи уменьшатся.

Обычно якорь собирают из дисков толщиной 0,3—0,5 мм. Поверхность стальных дисков лакируют или покрывают окисной во время отжига так, что диски разделены между собой плохо проводящим ток слоем. Такой сборный сердечник позволяет уменьшить вихревые токи по сравнению с массивными в сотни и даже тысячи раз, так как одновременно уменьшается величина э. д. с.,

возбуждаемых в дисках, и увеличивается их электрическое сопротивление.

Использование окалины имеет те преимущества перед лакировкой, а тем более перед оклейкой папиросной бумагой листов стали, что окалина является плохим проводником электрического тока и в то же время является лучшим проводником магнитного потока в сравнении с лаком или бумагой.

Бумага является материалом, способным впитывать влагу, в результате чего сталь ржавеет. Ржавчина имеет больший объем, чем чистый металл, и сердечник, увеличиваясь в объеме, может послужить причиной разрушения обмоток. Кроме того, окислы стали менее магнитопроводны, чем чистый металл, и полезная площадь поперечного сечения сердечника становится меньше.

§ 21. Электрическая емкость. Конденсатор в своем простейшем виде состоит из двух металлических электродов в виде пластин, разделенных между собою слоем изоляции. Пластины называются обкладками конденсатора, а разделяющая их изоляция диэлектриком. На рис. 24 изображена схема, состоящая из аккумуляторной батареи 1, конденсатора 2, электроизмерительного прибора (гальванометра) 3 и переключателя с контактами 5 и 6.

При включении переключателя на контакт 6 конденсатор и электроизмерительный прибор окажутся включенными в цепь аккумуляторной батареи, и конденсатор под действием э. д. с. ее будет заряжаться. Зарядный ток вызовет отклонение стрелки гальванометра, которая затем установится вновь в нулевое положение, так как напряжение на обкладках заряженного конденсатора достигнет величины э. д. с. аккумуляторной батареи.

Зарядка конденсатора происходит под действием электрического поля, которое поляризует диэлектрик, т. е. на поверхности изолятора со стороны обкладок появляются электрические заряды. Нижняя сторона будет иметь положительный заряд, а верхняя — отрицательный.

Если переключатель перевести на контакт 5, то конденсатор будет разряжаться на сопротивление 4, и стрелка гальванометра отклонится в противоположную сторону и вновь займет нулевое положение. Отклонение стрелок укажет на появление импульса разрядного тока.

Электрическая энергия, полученная от какого-либо источника, запасается в диэлектрике конденсатора и может быть употреблена пружине, на которую действовали извне какой-то силой.

Обкладки конденсатора служат для создания электрического поля в диэлектрике при его зарядке и электродами, позволяющими

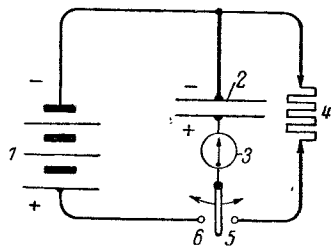


Рис. 24. Схема зарядки и разрядки конденсатора.

снимать электрический заряд при разрядке конденсатора. Количество энергии, запасенной конденсатором, зависит от величины э. д. с. источника, от которого производится зарядка, а также от конструкции конденсатора, а именно: чем тоньше слой изолятора и чем выше его изолирующие качества, тем больше энергии может принять конденсатор. Увеличение площади обкладок способствует также увеличению энергии, запасенной конденсатором.

Способность конденсатора принимать определенное количество электричества называется электрической емкостью, измеряемой в фарадах. При одной и той же емкости конденсатора величина запасенной энергии повышается в такой зависимости: если напряжение источника увеличить в два раза, то запасенная энергия увеличится в четыре раза. При увеличении напряжения в три раза, запас энергии будет больше в девять раз и т. д.

Конденсатор, включенный в цепь постоянного тока, представляет очень большое сопротивление, измеряемое десятками миллионов *ом*, и ток в цепи конденсатора появляется только в момент его зарядки. При включении в цепь переменного тока конденсатор становится проводником, сопротивление которого тем меньше, чем больше частота изменения тока, т. е. больше число перемен.

В автотракторном электрооборудовании конденсаторы применяются в аппаратах зажигания, звуковых сигналах, иногда в регулирующих устройствах генераторов, в радиофильтрах для уменьшения помех радиоприему, а также в фильтрах для сглаживания пульсации тока в цепи питания анодов ламп радиоприемников.

Емкость конденсаторов, применяемых в системах зажигания и звуковых сигналов, бывает различна и встречается в пределах от 0,005 до 0,3 микрофарады (*мкф*). Микрофарада равна одной миллионной доле фарады. В радиофильтрах применяются конденсаторы от десятых долей микрофарады до 20—30 *мкф*.

Контрольные вопросы

1. Что такое постоянный магнит, как его можно изготовить и где он находит применение?
2. Что называется магнитным полем магнита и как можно увидеть пути действия магнитных линий?
3. Как ведут себя по отношению друг к другу одноименные и разноименные полюсы двух магнитов?
4. Что называется магнитным потоком и в каких единицах его измеряют?
5. Какие металлы обладают магнитными свойствами и в каких металлах они почти не обнаруживаются?
6. Как узнать величину магнитной индукции, если известна величина магнитного потока и поперечное сечение магнитной цепи?
7. Какой полюс магнита принято считать северным и из какого полюса направлен магнитный поток во внешнюю цепь?
8. Как определить направление постоянного тока в проводнике с помощью компаса?
9. Можно ли увидеть расположение магнитных линий вокруг проводника с током?

10. Каково направление магнитных линий вокруг проводника при наличии в нем «утекающего» от нас тока?
11. Что такое соленоид и какие его свойства?
12. Объясните устройство электромагнита и его свойства.
13. По каким признакам можно судить о магнитных свойствах металла и в каких единицах они измеряются?
14. Какое явление называется магнитным гистерезисом?
15. Какое взаимодействие существует между проводником с током и магнитным полем?
16. В каких случаях применяется «правило левой руки» и в чем его сущность?
17. Где нашло применение явление взаимодействия проводника с током и магнитным полем?
18. Для чего применяют «правило правой руки» и как им пользоваться?
19. Какое явление называется электромагнитной индукцией?
20. От чего зависит величина э. д. с., индуцированной в проводнике, перемещающемся в магнитном поле?
21. Что такое взаимная индукция?
22. От чего зависит направление э. д. с., индуцированной в проводнике вторичной цепи, связанной магнитно с первичной цепью?
23. В каких приборах используется явление взаимной индукции?
24. Что необходимо знать о трансформаторах для определения величины напряжения на зажимах вторичной обмотки?
25. В чем различие между понижающими и повышающими трансформаторами?
26. Можно ли трансформатором повысить напряжение и получить ток во вторичной цепи такой же величины, как в первичной обмотке?
27. Почему аппараты зажигания имеют трансформатор с малым числом витков в первичной обмотке и большим числом витков во вторичной?
28. Объясните явление самоиндукции и причину возникновения его.
29. От чего зависит величина э. д. с. самоиндукции при замыкании и размыкании цепи тока?
30. Объясните причину появления тока размыкания и его направление.
31. Почему массивные проводники, подверженные действию переменного магнитного потока, нагреваются?
32. Как определить направление вихревых токов во вращающемся якоре?
33. Почему проводится борьба с вихревыми токами в трансформаторах?
34. Объясните свойства конденсатора и его принципиальное устройство.

ГЛАВА III

ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

§ 22. Простейший генератор переменного тока. Электрические машины, являющиеся источниками электрической энергии, называются генераторами. Генераторы бывают переменного и постоянного тока.

Раньше мы рассматривали явление электромагнитной индукции (рис. 17). В приведенной схеме один виток (петля) проводника вращается в магнитном поле и при положении 1 весь магнитный поток магнита или электромагнита проходит внутри петли витка, не пересекая проводника. При этом положении витка магнитный поток в нем наибольший, а э. д. с. и ток в проводнике наименьшие.

При положении 2 витка магнитный поток в витке наименьший, но так как проводники *a* и *b* пересекаются в этом положении наибольшим числом магнитных линий, то величины э. д. с. и тока в проводнике будут наибольшими.

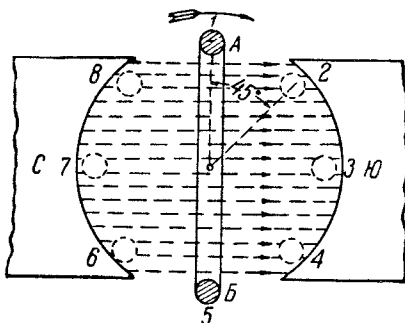


Рис. 25. Изменение величины магнитного потока в витке вращающегося проводника.

Над горизонтальной линией нанесены номера 1—9, показывающие положение проводника *A*.

Положение 1. Весь магнитный проток проходит внутри витка. Он имеет наибольшую величину (поток максимальный). По вертикали (рис. 26) в точке 1' отложено наибольшее значение магнитного потока.

Положение 2. Часть магнитных линий находится вне витка. Следовательно, внутри витка поток уменьшился (точка 2' рис. 26).

Положение 3. Внутри витка магнитный поток достиг нуля (точка 3' рис. 26).

Положение 4. Внутри витка магнитный поток увеличился, но относительно проводников *A* и *B* стал «входить» с противоположной стороны. Против точки 4 на горизонтали откладываем величину потока, равную для точки 2', но вниз от горизонтали, так как в витке поток изменил свое направление.

Положение 5. Магнитный поток наибольший.

Положение 6. Поток уменьшается.

Положение 7. Поток равен нулю.

Положение 8. Поток увеличивается, изменив свое направление в витке.

На рис. 25 представлен проводник, вращающийся в магнитном поле.

Построим кривые, так называемые характеристики, изображающие зависимость магнитного потока, э. д. с. и тока от угла поворота вращающегося проводника (рис. 26). Горизонтальную линию разделим на 8 равных участков. Каждый участок соответствует углу поворота проводника на 45°.

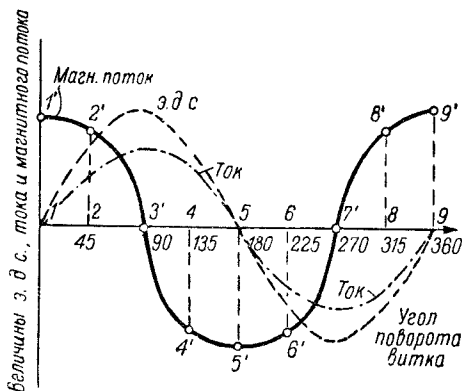


Рис. 26. Характеристики магнитного потока, индуцированной э. д. с. и тока.

Положение 9. То же, что положение 1.

Соединив плавной кривой точки 1', 2', 3' и т. д., получим характеристику потока (рис. 26). Аналогично строятся характеристики э. д. с. и тока.

Приведенный способ получения переменного тока использован в магнето с вращающимися обмотками.

Принципиальная схема генератора с вращающимся магнитом изображена на рис. 27. Сердечник 1 из мягкой стали охватывает полюсы вращающегося магнита или электромагнита, питающегося постоянным током. В генераторах большой мощности применяются электромагниты. На сердечнике помещается обмотка. В приведенной схеме она представлена одним витком 2.

При положении магнита, изображенном на рис. 27, весь магнитный поток проходит через сердечник, т. е. он заключен внутри витка. В этом случае магнитные линии не пересекают витка и э. д. с. равна нулю. При повороте магнита по направлению движения стрелок часов, магнитный поток в сердечнике будет уменьшаться и магнитные линии, сокращаясь к магниту, будут пересекать проводник. Это вызовет индуктированную э. д. с. в проводнике.

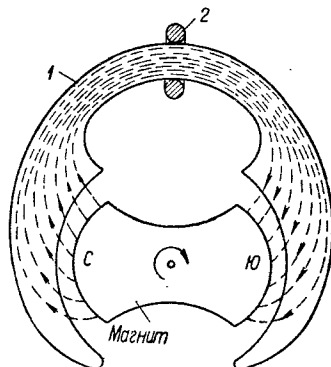


Рис. 27. Схема генератора переменного тока с неподвижными проводниками и вращающимся магнитом.

Когда магнит займет положение, отличное от изображенного на угол 90° , магнитный поток в сердечнике достигнет нуля, а индуктированная в витке э. д. с. будет наибольшей. При дальнейшем повороте магнита магнитный поток в сердечнике будет вновь восстанавливаться, но в обратном направлении, и когда он станет наибольшим (угол поворота 180°), то э. д. с. в витке снизится до нуля. Это положение магнита соответствует точке 5 на кривой (рис. 26).

Дальнейшее вращение магнита вызовет уменьшение магнитного потока в сердечнике, а следовательно, увеличение э. д. с., но она в проводнике 2 будет обратного направления, так как сокращающееся магнитное поле имеет противоположное направление.

Таким образом, при повороте двухполюсного магнита на угол 360° величина магнитного потока, индуктированная э. д. с. и ток достигнут дважды наибольшего значения, дважды наименьшего и дважды изменяют свое направление, т. е. в витке, если он замкнут, появится переменный ток.

§ 23. Генератор постоянного тока. В электрооборудовании автомобилей основным источником электрической энергии является

генератор постоянного тока, а на тракторах наряду с генераторами постоянного тока можно встретить генераторы переменного тока, используемые для питания освещения.

Рассмотрим преобразование переменного тока, возбужденного в витке, в постоянный ток. На рис. 28 представлен проводник в виде петли, вращающейся в магнитном поле. Токособирающим и выпрямляющим устройством является коллектор. Простейший коллектор состоит из двух полуколец *А* и *Б*, изолированных одно от другого и соединенных с концами проводника. Конец проводника *а* соединен с полукольцом *А*, проводника *б* — с полу-

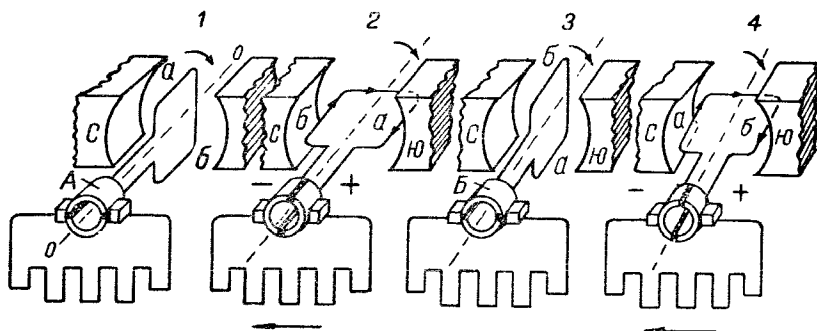


Рис. 28. Схема получения тока постоянного направления с помощью коллектора.

кольцом *Б*. С коллектором соединяются два скользящих контакта в виде двух неподвижных графитовых щеток.

При вращении в магнитном поле проводников *а* и *б* в них индуцируется э. д. с. Процесс индуктирования происходит подобно рассмотренному на рис. 17. Но так как сплошные кольца заменены коллектором, переменная э. д. с., индуктированная в проводниках, будет создавать во внешней цепи ток только в одном направлении.

П о л о ж е н и е 1. Э. д. с. и ток равны нулю. При этом обе щетки находятся одновременно на стыках полуколец.

П о л о ж е н и е 2. Э. д. с. и ток достигают наибольшей величины. Провод *а* подводит ток к полукольцу *А*, щетке $+$, внешней нагрузке (стрелка $\rightarrow$), щетке $-$, полукольцу *Б* и проводнику *б*.

П о л о ж е н и е 3. Подобно положению 1, э. д. с. и ток равны нулю.

П о л о ж е н и е 4. Это положение отличается от положения 2 тем, что теперь со щеткой $+$ соединено полукольцо *Б*, а со щеткой $-$ полукольцо *А*. Но так как в проводниках *б* и *а* ток изменил направление, то направление тока во внешней цепи останется прежним.

Кривые изменения э. д. с. и тока для рассмотренного случая представлены на рис. 29.

Из приведенных кривых видим, что величина тока и величина э. д. с. непостоянны, но направление их не изменяется. Таким образом, мы получили с помощью коллектора ток постоянного направления, но пульсирующий.

Если поместить в магнитное поле не одну петлю, а две, сместив их между собою на угол 90° , и коллектор составить из четырех пластин, то мы получим ток с меньшей пульсацией (рис. 29, б). Кривые *I* и *II* изображают изменение тока в каждой петле проводников. Они сдвинуты на угол 90° , и когда в петле *I* ток равен нулю, то в петле *II* он наибольший. При дальнейшем повороте величина тока в петле *I* растет, а в петле *II* падает и т. д.

Кривая *III* показывает изменение тока во внешней нагрузке. Как видим из рисунка, при одной петле ток во внешней цепи снижается до нуля, а при наличии двух петель этого не происходит.

Обычно в автомобильных и тракторных генераторах число петель — они называются секциями якорной обмотки — бывает от 28 до 44, а коллектор имеет от 28 до 44 пластин. Вследствие большого числа секций на якоре ток, даваемый генератором, постоянного направления и, можно сказать, постоянной величины, так как колебания (пульсация) его крайне незначительны.

Секции наматываются не в виде одного витка, а по 5—6 витков. Этим достигается увеличение активной длины проводника. С этой же целью секции включаются между собой последовательно, образуя две параллельных ветви, включенные между щетками.

Сердечник якоря собирается из стальных дисков с вырезами по краям. Вырезы в дисках, расположенные по их окружности, после сборки на валу якоря образуют продольные пазы, в которые помещают секции обмотки.

Для создания магнитного потока в якоре генератора применяются электромагниты. На рис. 30 изображена схема генератора постоянного тока. Корпусом генератора служит стальной цилиндр *1*. Внутри него укреплены два стальных полюса *2* и на них расположены две катушки *3*, являющиеся обмоткой возбуждения. В центре цилиндра расположен якорь *4* с коллектором *5*.

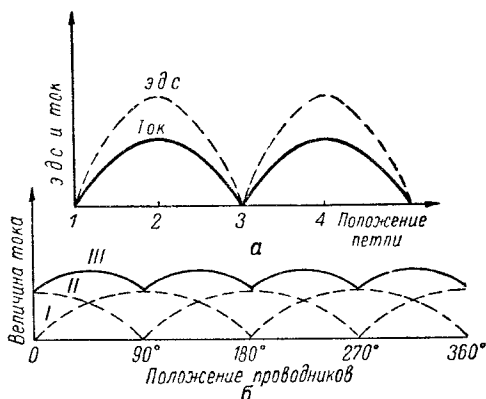


Рис. 29. Характеристики э. д. с. и тока при различном числе вращающихся проводников в магнитном поле.

а — при одном витке, б — при двух витках, смещенных на 90° .

Генераторы постоянного тока автотракторного типа работают на принципе самовозбуждения. Сущность самовозбуждения генератора заключается в следующем. По изготовлении генератора через него пропускают постоянный ток от постороннего источника. Под действием тока стальной сердечник якоря и полюсы электромагнита намагнитятся. После выключения тока в стали сохранится остаточный магнетизм. Если якорь привести во вращение от какого-либо двигателя, вращая его в ту же сторону, в которую он вращался, питаясь от постороннего источника, то генератор самовозбудится.

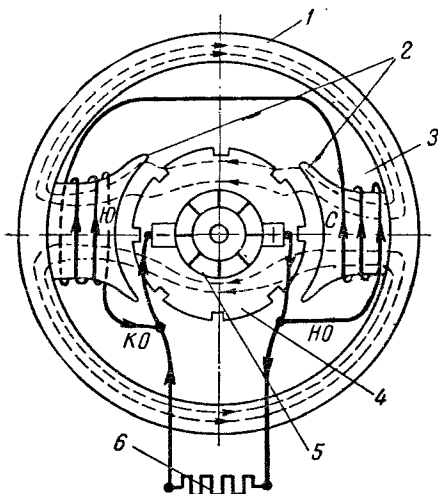


Рис. 30. Монтажная схема генератора постоянного тока с параллельным или шунтовым возбуждением.

Процесс самовозбуждения генератора протекает так. При вращении якоря его обмотка будет пересекаться остаточным магнитным полем полюсов, и в ней возбудится вначале небольшая э. д. с. Так как к щеткам коллектора присоединена и обмотка возбуждения, то под действием э. д. с. в ней появится ток, который усилит магнитное поле полюсов. Это в свою очередь вызовет повышение э. д. с., возбужденной в обмотке якоря, в связи с чем увеличится ток возбуждения и т. д. Процесс самовозбуждения будет продолжаться до тех пор, пока не наступит равенство между э. д. с. якоря

и падением напряжения в обмотке возбуждения и обмотке якоря. Если повысить еще число оборотов якоря, то это равновесие будет при большем значении э. д. с.

Из приведенной схемы (рис. 30) видим, что обмотка возбуждения включена к щеткам $+$ и $-$ генератора и параллельна внешней нагрузке 6 . Такое включение обмотки возбуждения называется параллельным, или шунтовым, и генератор называется генератором с параллельным возбуждением, или шунтовым генератором. В связи с тем, что в шунтовом генераторе обмотка возбуждения находится под полным напряжением генератора, она выполняется из проводника малого сечения, большой длины, и катушки возбуждения имеют большое число витков.

Рассмотрим основные свойства шунтового генератора. Из схемы (рис. 31, а) видно, что обмотка возбуждения включена к щеткам и если якорь вращается, то генератор возбудится независимо от того, выключена или включена нагрузка. Если же во

внешней цепи будет очень малое сопротивление, т. е. произошло короткое замыкание, то шунтовой генератор не возбуждётся и может вращаться сколько угодно без вреда для обмоток. Поэтому говорят, что шунтовой генератор не боится короткого замыкания во внешней цепи.

При вращении петли проводника в противоположном направлении индуцированная э. д. с., а следовательно, и ток будут во

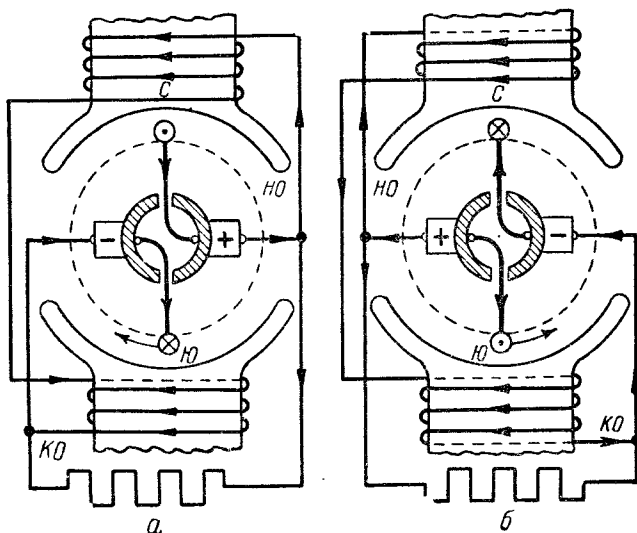


Рис. 31. Схемы включения обмотки возбуждения генератора.

а — при вращении генератора против движения часовой стрелки,
б — при вращении генератора по часовой стрелке.

внешней цепи обратного направления, т. е. плюсовая щетка станет минусовой, а минусовая — плюсовой (рис. 31, б).

При обратном вращении якоря генератора ток, возбужденный остаточным магнитным полем, попадая в обмотку полюсов в обратном направлении, будет размагничивать их, и процесс самовозбуждения не произойдет.

Чтобы при перемене направления вращения якоря генератор мог самовозбудиться, необходимо переключить начало обмотки *НО* и конец ее *КО*, т. е. *НО* присоединить к левой щетке, а *КО* к правой.

При необходимости сохранить прежнюю полярность щеток при обратном вращении якоря надо произвести перемagnetизацию полюсов индуктора. Для этого необходимо включить аккумуляторную батарею на 1—2 сек так, чтобы + батареи был соединен со щеткой +, т. е. с той щеткой, которая при работе должна быть положительной.

На автомобиле генератор и аккумуляторная батарея включены одноименными зажимами, т. е. оба источника могут питать внешнюю нагрузку одновременно, если э. д. с. генератора и аккумуляторной батареи равные. Такое включение источников электрической энергии называется параллельным.

В том случае, когда э. д. с. генератора больше э. д. с. батареи, генератор питает внешнюю нагрузку и в то же время заряжает батарею (рис. 32, а).

При уменьшении числа оборотов якоря генератора, его э. д. с. понижается, а э. д. с. аккумуляторной батареи сохранит свою величину. В этом случае появится разрядный ток батареи, питающий внешнюю нагрузку и генератор (рис. 32, б).

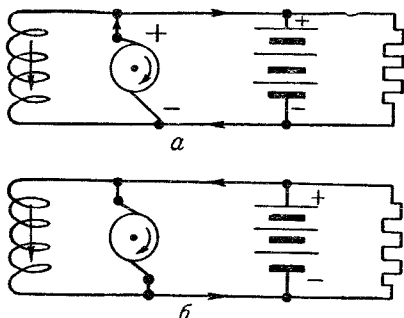


Рис. 32. Схема, объясняющая неизменность направления тока возбуждения генератора при параллельном включении обмотки.

а — при зарядке аккумулятора батареи, б — при разрядке ее на цепь генератора.

Наличие малого тока возбуждения создает благоприятные условия для регулирования их работы, что является крайне необходимым в автотракторных генераторах. Кроме того, при параллельной работе генератора с аккумуляторной батареей другой способ возбуждения неприменим по соображениям, указанным выше.

В промышленности встречаются, но очень редко, генераторы постоянного тока, снабженные обмоткой возбуждения из проводника большого сечения, с малым числом витков и включенной последовательно с обмоткой якоря и внешней нагрузкой. Такое соединение обмотки называется последовательным, или сериесным, а генераторы с таким включением обмотки называются генераторами с последовательным возбуждением, или сериесными генераторами. В автотракторном электрооборудовании сериесные генераторы не встречаются, и потому мы не останавливаемся на их изучении.

Существует третий тип генераторов, полюсы которых имеют и параллельную и последовательную обмотки возбуждения. Этот

Следует обратить внимание, что направление тока возбуждения не изменяется от того, питает ли генератор батарею или наоборот. Следовательно, шунтовой генератор не перемagnetизуется и вновь может самовозбудиться при повышении числа оборотов якоря.

В генераторе постоянного тока с параллельным включением обмотки возбуждения величина тока в обмотке индуктора очень незначительная, но благодаря большому числу витков получают большой магнитный поток.

тип генератора называется компаундным генератором, или генератором со смешанным возбуждением. Генераторы со смешанным возбуждением имели применение, хотя и ограниченное, на тракторах до 1936 г.

§ 24. Электродвигатель постоянного тока. В описании генератора постоянного тока указывалось, что при питании генератора током от постороннего источника его якорь вращается. Это происходит вследствие взаимодействия проводников, находящихся под током и магнитным полем полюсов.

Рассмотрим подробнее принцип работы электродвигателя. На рис. 33 изображен проводник в виде петли, помещенный в магнитное поле. При наличии тока в проводнике вокруг него создается магнитное поле. Магнитные линии проводника I , проходящие под проводником, направлены навстречу магнитному потоку полюсов и вызывают разрежение магнитного поля. Магнитные же линии, проходящие над проводником I , складываются с магнитными линиями полюсов, и магнитное поле сгущается. В связи с перераспределением магнитных линий проводник I будет перемещаться в разреженное поле, т. е. вниз.

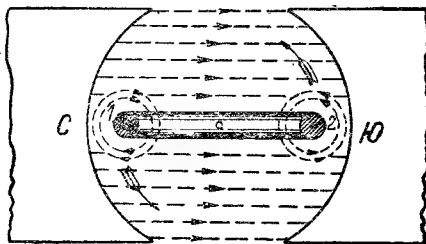


Рис. 33. Принцип действия коллекторного электродвигателя.

Проводник 2, взаимодействуя с магнитным потоком полюсов, будет перемещаться вверх, и петля начнет вращаться вокруг оси. При переходе проводника I к южному полюсу, а проводника 2 к северному в них соответственно должно измениться направление тока, чтобы сохранилось прежнее направление вращения. Такая перемена направления тока в проводниках петли производится коллектором, так как под щетки подходят пластины тех проводников, в которых ток должен изменить направление.

Якорь электродвигателя имеет конструкцию, подобную конструкции якоря генератора. Благодаря тому, что якорная обмотка представляет не один виток, а несколько секций, вращение якоря происходит равномерно. Это объясняется тем, что одна секция еще не вышла из-под полюса, как другая уже входит под него и т. д.

В электродвигателях, применяемых в схемах электрооборудования автомобилей, находит применение возбуждение индуктора как с последовательным, так и параллельным включением обмоток индуктора с цепью якоря. Это зависит от требований, предъявляемых режимом работы электродвигателя. Например, для электродвигателей, предназначенных для пуска двигателя внутреннего сгорания, так называемых электрических стартеров, применяют последовательную обмотку возбуждения (рис. 34). Объясняется

это тем, что такой электродвигатель должен развивать наибольший крутящий момент при трогании с места.

В тех случаях, когда требуется постоянное число оборотов якоря и трогание с места не затруднено большой нагрузкой, например для привода щеток стеклоочистителя, применяют электродвигатели с параллельным включением обмотки возбуждения. Особенностью электродвигателя с последовательным возбуждением является его большая чувствительность к нагрузке, т. е. при незначительном ее увеличении число оборотов якоря сильно уменьшается и наоборот. Это объясняется тем, что при увеличении нагрузки на электродвигатель увеличивается ток как в обмотке якоря, так и в обмотке возбуждения. При этом магнитный поток индуктора увеличивается, и проводники якоря начинают вращаться в более густом магнитном поле. В результате число оборотов якоря уменьшается, так как увеличивается противозадействующая сила.

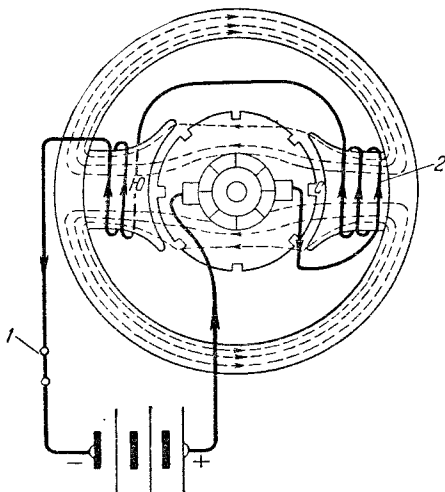


Рис. 34. Монтажная схема электродвигателя с последовательной обмоткой возбуждения.

мало изменяется при изменении нагрузки, так как обмотки возбуждения включены параллельно якорю и изменение величины тока в якоре не вызывает изменения тока возбуждения. Магнитный поток полюсов сохраняет свою величину, и число оборотов якоря почти не изменяется. Однако такие электродвигатели не могут вступить в работу при большой нагрузке на валу якоря, так как тяговые свойства их очень низкие.

Для перемены направления вращения якоря электродвигателя необходимо изменить направление тока или в обмотке якоря, или в обмотке возбуждения.

Контрольные вопросы

1. Какие электрические машины называются генераторами и какие — электродвигателями?
2. Объясните процесс индуктирования э. д. с. при вращении петли проводника в магнитном поле.
3. Как графически изображается переменный ток, индуктированный в проводнике, вращающемся в магнитном поле?

4. Объясните процесс индуктирования э. д. с. при неподвижном проводнике и вращающемся магните.
5. Объясните роль коллектора.
6. Почему на якоре помещают большое число секций обмоток и коллектор снабжают большим числом пластин?
7. Почему каждая секция на якоре имеет не один, а несколько витков?
8. Перечислите основные детали генератора постоянного тока.
9. Объясните принцип самовозбуждения генератора.
10. Куда присоединяется обмотка возбуждения в генераторе с параллельным возбуждением?
11. В чем различие генераторов с параллельным и последовательным возбуждением?
12. Почему шунтовой генератор не боится короткого замыкания во внешней цепи?
13. Что необходимо сделать для перемены направления вращения генератора с параллельным возбуждением?
14. Почему при совместной работе генератора с аккумуляторной батареей необходимо применять параллельное возбуждение генератора?
15. Как определить направление вращения петли проводника, находящейся в магнитном поле, если известно направление тока?
16. Объясните причину, вызывающую движение проводника с током в магнитном поле.
17. Как подразделяются электродвигатели постоянного тока по способу возбуждения?
18. Отчего возникает противоэлектродвижущая сила в якорной обмотке электродвигателя?
19. От чего зависит число оборотов якоря электродвигателя?
20. В каких случаях применяются электродвигатели с последовательным возбуждением и почему?
21. Объясните основные свойства электродвигателя с параллельным возбуждением.
22. Как изменить направление вращения якоря электродвигателя?

ГЛАВА IV

ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

§ 25. Амперметр. Для измерения величины электрического тока в цепи применяется амперметр, а для определения величины напряжения, или э. д. с., источника электрической энергии — вольтметр. По принципу действия эти электроизмерительные приборы разделяются на следующие типы: магнитоэлектрические, электромагнитные, электродинамические и тепловые.

Для измерения величины тока или напряжения в цепи постоянного тока могут применяться приборы любого из указанных типов. В целях переменного тока измерения можно производить электромагнитным, электродинамическим или тепловым прибором. Магнитоэлектрический тип может применяться только при наличии у прибора выпрямителя тока. В противном случае стрелка прибора отклоняться не будет, несмотря на то, что он включен в цепь переменного тока.

В современном электрооборудовании автомобилей широкое применение имеет амперметр. Устройство его следующее (рис. 35):

на пластине 7, изготовленной из изоляционного материала, укреплена латунная скоба 4, концы которой снабжены клеммами 1 и 2; на нижней части скобы 4 закреплен постоянный магнит 6, против магнита на оси 8 находится якорек 5 из мягкой стали; на этой же оси закреплена стрелка 3 с противовесом.

Под действием магнитного поля магнита якорек намагничивается и приобретает магнитные свойства магнита с полюсами: справа южный и слева северный. Сила взаимодействия между магнитом и якорьком установит стрелку в нулевое положение (вертикально).

При пропускании электрического тока по латунной планке 4 в направлении от клеммы 1 к клемме 2 вокруг планки образуется

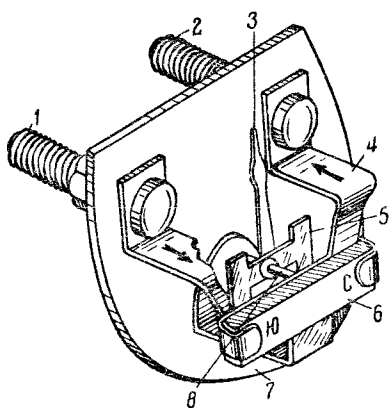


Рис. 35. Простейший автомобильный амперметр.

магнитное поле, которое, воздействуя на якорек, подобно действию на стрелку компаса, будет стремиться повернуть якорек так, чтобы его магнитное поле расположилось по направлению магнитного поля, созданного током. В этом случае левая сторона якорька будет подниматься, а правая опускаться, и стрелка отклонится вправо. Наклон стрелки зависит от величины тока, пропущенного по планке, и силы противодействия противовеса. Если по планке пропустить ток большей величины, то сила взаимодействия между якорьком и током увеличится, и стрелка амперметра отклонится на

больший угол. Таким образом, деления шкалы и положение на ней стрелки позволяют определить величину электрического тока в цепи. Если пропускать ток по планке от клеммы 2 к клемме 1, то якорек будет поворачиваться в противоположном направлении, и стрелка прибора отклонится влево от вертикального положения. Шкала прибора имеет нуль посередине, а влево и вправо нанесены деления до 20 или 30 *а*.

Такой амперметр позволяет не только измерить величину электрического тока, но также и его направление. Последнее необходимо для контроля за работой генератора на автомобиле, так как позволяет определить, заряжается или разряжается аккумуляторная батарея, установленная на данную машину.

Рассмотренный амперметр очень прост по конструкции, но обладает малой чувствительностью и точностью измерения. Согласно ГОСТ В-1700—42 на автомобильные амперметры неточность показаний при температуре от 15 до 25° не должна превышать 20%. В связи с этим пользоваться таким амперметром при

производстве регулировок агрегатов электрооборудования нельзя. В более совершенных приборах (рис. 36) применяют вместо якорька подвижную катушку 4, в виде прямоугольной рамки. Катушка имеет две цапфы, выполняющие роль оси. К одной из них прикреплена стрелка 10 и спиральная пружина 9 (волосок), а к другой только спиральная пружина (она на рисунке не изображена). Эти пружины выполняют две роли: устанавливают стрелку на нуль шкалы и соединяют обмотку катушки с неподвижными клеммами 5 и 7. Катушка помещена в поле постоянного магнита 1. Для сгущения магнитного потока на магните укреплены полюсные наконечники 2 и 8, а внутри рамки неподвижно установлен якорь 3. Катушка намотана медным проводником малого диаметра (0,07—0,1 мм), что сделано для уменьшения веса подвижной рамки с целью повысить чувствительность прибора. Однако такой малый диаметр проволоки не допускает большого тока, в связи с чем в амперметрах включают параллельно катушке небольшое сопротивление 6, называемое шунтом прибора. Так как сопротивление шунта малое, то основной ток цепи пойдет через шунт, а в рамку будет отводиться ток во столько раз меньше, во сколько сопротивление обмотки больше, чем у шунта. Это позволяет применять амперметр при измерении токов различной величины, для чего достаточно замеснить один шунт другим.

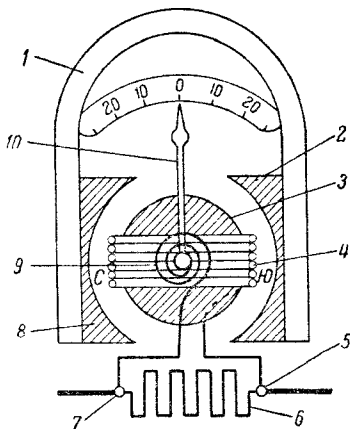


Рис. 36. Магнитоэлектрический прибор с вращающейся рамкой.

Поскольку амперметр предназначен для измерения величины тока в цепи и весь ток должен проходить через амперметр, его включают в цепь последовательно между источником и потребителем и поэтому он должен обладать малым сопротивлением. Если бы амперметр имел большое сопротивление, то его включение в цепь вызвало бы уменьшение тока в цепи, а падение напряжения в нем привело бы к снижению напряжения на зажимах потребителей.

Параллельное включение амперметра к источнику тока недопустимо, так как сопротивление амперметра очень мало; такое включение было бы равносильно короткому замыканию цепи и вызвало бы перегрузку источника и порчу амперметра большим током.

Рассмотренные амперметры относятся к типу магнитоэлектрических, так как в них взаимодействует ток с полем постоянного магнита. Эти приборы обладают равномерной шкалой, т. е. расстояния между делениями в начале и в конце шкалы одинаковы.

В контрольных аппаратах для проверки агрегатов электрооборудования применяют не только постоянный, но и переменный ток, в связи с чем приводится устройство амперметров электромагнитного и теплового типа.

Амперметр электромагнитного типа (рис. 37, а) устроен следующим образом. На оси закреплены якорек 3, изготовленный из мягкой стали, стрелка 1 и спиральная пружина 2. Все это устройство установлено на каркасе катушки 4. Каркас изготавливается из немагнитного материала. Спираль 2 удерживает стрелку на нуль и при этом выводит якорек из катушки.

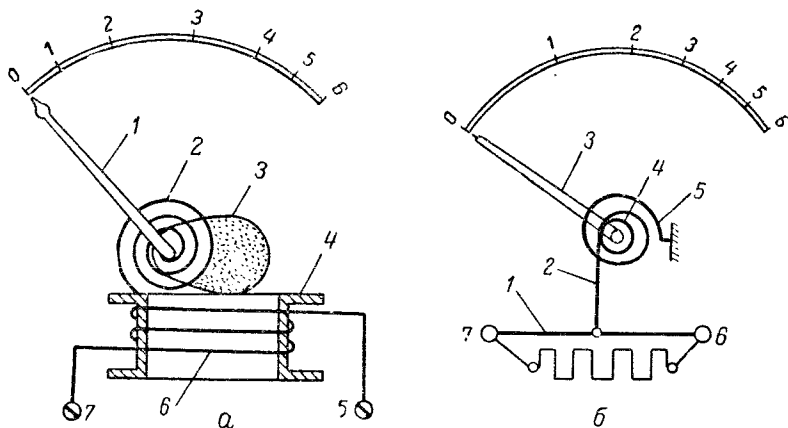


Рис. 37. Электромагнитный (а) и тепловой (б) амперметры.

При включении амперметра клеммами 5 и 7 в цепь электрического тока вокруг обмотки появляется магнитное поле, и якорек 3 втягивается внутрь катушки. Втягивание якорька происходит как при постоянном, так и при переменном токе. Однако в первом случае якорек втягивается на большую величину, чем во втором случае. В связи с этим такие приборы имеют двойную шкалу. Это позволяет использовать электромагнитный прибор в цепи переменного и постоянного тока. Втягивание якорька внутрь катушки объясняется тем, что в мягкой стали магнитное поле сгущается благодаря ее большей магнитной проницаемости, чем у воздуха. В результате этого он стремится занять положение в центре катушки. Уменьшение отклонения стрелки при переменном токе вызвано влиянием остаточного магнетизма, который хотя в мягкой стали имеет небольшую величину, но все же противодействует втягивающей силе катушки.

Тепловой прибор (рис. 37, б) состоит из куска проволоки 1, имеющей большой температурный коэффициент объемного расширения. Посередине этой проволоки укрепляется очень тонкая металлическая проволока 2, охватывающая маленький барабан 4,

закрепленный на оси вместе со стрелкой 3. Пружинная спираль 5 стремится отклонить стрелку вправо, а натянутая проволока 1 противодействует этому.

При пропускании тока проволока 1 нагревается и удлиняется, в результате чего спираль отводит стрелку на определенное деление. Чем больше ток, пропускаемый по проволоке 1, тем больше нагрев и удлинение проволоки 1 и тем больше отклоняется стрелка прибора. Величина отклонения стрелки прибора не зависит от того, постоянный или переменный ток в цепи. Для измерения токов большой величины проволоку 1 шунтируют сопротивлением подобно тому, как это делают в приборах с подвижной рамкой.

В электродинамических приборах используется взаимодействие двух проводников с током. В приборах этого типа имеются две катушки: одна неподвижная и другая в виде рамки, установленной на оси. Обе катушки включены между собою последовательно и при пропускании тока создаваемые магнитные поля обмоток вызывают поворот рамки относительно неподвижной катушки. Рамка имеет стрелку и две спирали, которые устанавливают стрелку на нуль шкалы и создают момент, противодействующий повороту рамки при взаимодействии токов. При включении электродинамического прибора в цепь переменного тока изменение направления тока происходит в обеих катушках одновременно, в связи с чем рамка поворачивается на тот же угол, что и при постоянном токе.

§ 26. Вольтметр. По устройству вольтметр напоминает амперметр с подвижной рамкой и отличается отсутствием шунта и наличием добавочного сопротивления.

Для измерения напряжения или э. д. с. источника вольтметр необходимо включить непосредственно к зажимам источника, а для того, чтобы ток в приборе был возможно меньшей величины, сопротивление вольтметра делают большим. Обмотка рамки хотя и выполнена проводником малого сечения, но сопротивление ее недостаточно и последовательно с катушкой включают дополнительное сопротивление, которое изготовляют из константановой или манганиновой проволоки. Это делают с целью уменьшить влияние температуры на точность показаний вольтметра. Из § 6 известно, что при повышении температуры сопротивление медного проводника увеличивается и, следовательно, при том же напряжении в сети вольтметр по мере нагревания обмотки из медной проволоки стал бы показывать меньшую величину. При добавочном сопротивлении из константана или манганина, температурный коэффициент которого очень мал, влияние температуры на показания будет вызываться главным образом обмоткой рамки, сделанной из медного провода.

Вольтметры электромагнитного типа имеют катушку, выполненную из проволоки малого диаметра, но с большим числом витков, и все же для уменьшения температурного влияния включают

добавочное сопротивление из манганина или константана. В том случае, когда необходимо измерить напряжение больше того, что допускает данный вольтметр, можно включить добавочное сопротивление в его цепь. Например, вольтметр имеет шкалу 0—15 в и его сопротивление (рамки и добавочного сопротивления) равно 300 ом. Если включить дополнительное сопротивление 2700 ом в цепь вольтметра, то можно производить измерения напряжения до 150 в.

Контрольные вопросы

1. Объясните принцип работы и устройство простейшего амперметра.
 2. Нарисуйте схему включения амперметра в цепь питания внешней нагрузки от аккумуляторной батареи.
 3. Объясните устройство и действие вольтметра.
 4. В чем различие устройства вольтметра и амперметра и чем оно вызвано?
 5. Какие электроизмерительные приборы называются магнитоэлектрическими и как они устроены?
 6. Какие типы электроизмерительных приборов применяются в цепях переменного тока и можно ли ими пользоваться в цепях постоянного тока?
 7. Для чего применяют шунт в амперметре и когда он необходим?
 8. Как устроен прибор теплового типа?
-

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

АВТОТРАКТОРНОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

ГЛАВА V

ЗАЖИГАНИЕ ТОПЛИВО-ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ В КАРБЮРАТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

§ 27. Назначение системы зажигания. В двигателях, работающих на бензине, керосине, лигроине, спирте или газовом топливе, воспламенение смеси топлива с воздухом производится электрическим током в виде искрового разряда в приборе, называемом запальной свечой. Для получения искрового разряда в газовой среде применяют источники высокого напряжения.

Необходимость иметь высокое напряжение вызвана тем, что газы при низком напряжении являются изоляторами, т. е. не проводят тока. При высоком напряжении изолирующие свойства газов сильно уменьшаются, и они становятся проводниками электрического тока.

Рассмотрим условия, необходимые для получения искрового разряда между двумя электродами запальной свечи. Запальная свеча представляет искровой разрядник, состоящий из двух электродов, изолированных и отдаленных один от другого на 0,5—0,7 мм, и помещается в камере сгорания двигателя. Для получения искрового разряда на электродах запальной свечи необходимо иметь напряжение достаточной величины, так называемое пробивное напряжение. Его величина в основном зависит от величины расстояния между электродами (зазора) и величины давления газов, в среде которых необходимо получить разряд. Величина пробивного напряжения повышается с увеличением зазора и давления.

Если давление при том же зазоре увеличить в два раза, напряжение должно быть повышено также в два раза. То же происходит и при увеличении зазора.

В современных автомобильных карбюраторных двигателях применяется повышенная степень сжатия; так, например, у ЗИС-150 степень сжатия равна 6, у ГАЗ-51 и ГАЗ-М20 — 6,2; у ЗИМ — 6,7. В связи с повышением степени сжатия повышается давление в камере сгорания в конце такта сжатия, и пробивное напряжение необходимо иметь выше. Однако это справедливо только в период пуска двигателя, при работе же сжатие рабочей

смеси происходит быстро и смесь нагревается, причем повышение степени сжатия вызывает большой нагрев смеси, вследствие чего пробивное напряжение повышать нет необходимости.

На величину пробивного напряжения оказывают влияние и другие факторы: состав смеси, температура двигателя и температура электродов свечи.

В целях некоторой экономии топлива стремятся работать на обедненных горючих смесях. Но воспламенение обедненной рабочей смеси искрой более затруднительно, и для надежной бесперебойной работы двигателя увеличивают расстояние между электродами свечи до 0,7 мм и даже до 1 мм вместо 0,5 мм.

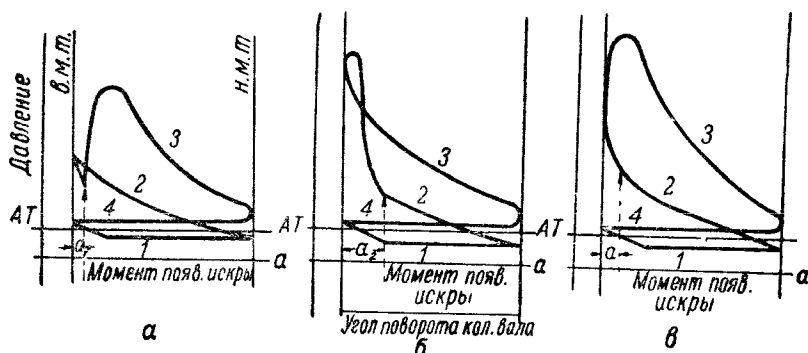


Рис. 38. Индикаторные диаграммы четырехтактного двигателя при разном моменте зажигания смеси.

а — позднее зажигание, б — чрезмерно раннее, в — своевременное.

В нагретом двигателе давление газов меньше, и пробивное напряжение понижается. С повышением температуры электродов свечи пробивное напряжение снижается на 40—50%. Опытным путем установлено, что аппарат зажигания должен обеспечить напряжение на электродах свечи не ниже 10 000 в, чтобы при самых неблагоприятных условиях работа аппарата зажигания была надежной.

§ 28. Момент зажигания рабочей смеси. Момент появления искрового разряда в камере сгорания должен быть точно согласован с положением поршня при такте сжатия.

На рис. 38 представлены три индикаторных диаграммы четырехтактного двигателя при различных моментах зажигания смеси. По горизонтали отложены углы поворота коленчатого вала, а по вертикали — давления газов в цилиндре двигателя. Каждый такт рабочего цикла принят соответствующим ходом поршня или повороту вала на угол 180° . Значения линий следующие: 1 — впуск (всасывание), 2 — сжатие, 3 — расширение газов (рабочий ход) и 4 — выпуск отработавших газов.

На рис. 38, а представлена индикаторная диаграмма при чрезмерно позднем зажигании. Из диаграммы видим, что от начала впуска до момента появления разряда коленчатый вал повернулся на угол $360^\circ + \alpha_1$ (α_1 — угол запаздывания зажигания). Диаграмма показывает, что наибольшее давление газов в цилиндре достигается при переходе коленчатого вала за верхнюю мертвую точку (в. м. т.).

При чрезмерно позднем зажигании начало горения рабочей смеси происходит в условиях расширения сжатых газов, и горение смеси протекает не только в камере сгорания, но также и в цилиндре двигателя (смесь горит при повышенном объеме). Если момент появления разряда совпадает с в. м. т., то горение смеси также протекает при повышенном объеме. В том и другом случае мы имеем «позднее зажигание».

При позднем зажигании смеси работа двигателя протекает ненормально, двигатель сильно перегревается, мощность его понижается, а удельный расход топлива повышается; коленчатый вал не развивает полного числа оборотов как под нагрузкой, так и без нее; вода в системе охлаждения быстро закипает.

На рис. 38, б представлена индикаторная диаграмма при чрезмерно раннем зажигании рабочей смеси. В этом случае такт сжатия еще не закончен, а искровой разряд уже воспламеняет смесь. Из диаграммы видим, что от начала впуска до появления разряда коленчатый вал повернулся на угол $360^\circ - \alpha_2$ (α_2 — угол опережения зажигания). При чрезмерно раннем зажигании давление горящих газов противодействует движению поршня. Горение смеси протекает при повышенном объеме, но меньшем, чем в случае а.

Работа двигателя при чрезмерно раннем зажигании также ненормальна, двигатель перегревается (но меньше, чем при позднем зажигании), и мощность его понижается; без нагрузки коленчатый вал быстро развивает большое число оборотов, но плохо принимает нагрузку — работа двигателя под нагрузкой сопровождается металлическими стуками; при снижении числа оборотов двигатель работает неустойчиво и не принимает малых оборотов; удельный расход топлива повышается.

На рис. 38, в представлена индикаторная диаграмма при своевременном моменте воспламенения смеси. В этом случае разряд дается также с опережением, т. е. в конце такта сжатия, когда поршень еще не достиг крайнего верхнего положения. От начала впуска до появления разряда угол поворота вала равен $360^\circ - \alpha$. Однако на диаграмме не наблюдается петли, и горящие газы не создают противодавления на поршень. Это объясняется тем, что при правильно выбранном угле опережения зажигания к моменту, когда колено вала будет находиться в в. м. т., вся рабочая смесь будет участвовать в процессе горения, и сгорание ее закончится спустя $12-15^\circ$ за в. м. т.

Скорость горения рабочей смеси равна примерно 20—30 м/сек. При одновременном воспламенении смеси двигатель работает нормально, т. е. перегрева двигателя не наблюдается и мощность его наибольшая, а удельный расход наименьший; двигатель хорошо принимает нагрузку и в работе его не слышно металлических стуков; в момент нагрузки двигателя изредка слышны металлические стуки, которые быстро пропадают; коленчатый вал быстро развивает полное число оборотов.

Величина угла опережения зажигания зависит от следующих обстоятельств.

1. Давления газов в камере сгорания к моменту воспламенения смеси. Чем выше давление, тем меньший угол опережения допускает двигатель. Следовательно, в двигателях с повышенной степенью сжатия величина угла опережения меньше, чем в двигателях с низкой степенью сжатия. При увеличении открытия дроссели, в связи с увеличением нагрузки, угол опережения следует уменьшать.

2. Числа оборотов коленчатого вала. Чем больше число оборотов, тем больший угол опережения зажигания необходим для двигателя. Это объясняется тем, что скорость поршня увеличивается и времени на сгорание смеси остается меньше, скорость же горения смеси почти постоянна.

3. Формы камеры сгорания. Чем ближе форма камеры сгорания к сферической форме (шаровой), тем меньший требуется угол опережения зажигания.

4. Склонности топлива к детонации. Чем выше октановое число топлива, тем больше величина допустимого угла опережения.

5. Теплового состояния двигателя. Чем выше температура двигателя, тем меньшее допускается опережение.

6. Количества запальных свечей в одной камере сгорания. При установке двух свечей, как, например, у газогенераторного трактора СГ-65, угол опережения зажигания будет меньше, чем при одной свече, так как смесь газа с воздухом будет воспламеняться в двух точках, и сгорание смеси протекает быстрее.

Аппараты зажигания должны обеспечить надежный пуск двигателя и его работу на всех режимах, предусмотренных конструкцией двигателя.

Момент появления электрического разряда должен быть строго согласован с работой шатунно-кривошипного механизма и должен изменяться в зависимости от условий работы двигателя. Привод к аппарату зажигания должен обеспечивать согласованную работу его с двигателем без пробуксовки.

Система зажигания высокого напряжения состоит из следующих основных элементов: 1) источника электрической энергии (генератора постоянного или переменного тока либо аккумуляторной батареи); 2) повышающего трансформатора (индукционной катушки); 3) прерывателя с механическим приводом; 4) конденса-

тора; 5) запальных свечей и 6) распределителя тока высокого напряжения.

Система зажигания, питающаяся от источника постоянного тока, носит название батарейного зажигания. Однако следует помнить, что на автомобилях аккумуляторная батарея питает систему зажигания только при пуске двигателя и его работе с малым числом оборотов коленчатого вала. При рабочем же режиме двигателя систему зажигания питает генератор.

В том случае, когда система зажигания питается от магнито-электрической машины (генератора переменного тока), в которой также происходит и преобразование тока низкого напряжения в ток высокого напряжения, такую систему называют зажиганием от магнето высокого напряжения.

Контрольные вопросы

1. Почему в аппаратах зажигания современных двигателей применяется высокое напряжение и от чего зависит величина пробивного напряжения?
2. Перечислите признаки позднего зажигания рабочей смеси.
3. Какие особенности представляет работа двигателя при чрезмерно раннем зажигании?
4. Почему необходимо иметь опережение зажигания и от чего зависит величина угла опережения?

ГЛАВА VI

ЗАПАЛЬНЫЕ СВЕЧИ

§ 29. Условия работы запальной свечи. Для получения искрового разряда в камере сгорания двигателя применяется запальная свеча. Она состоит из следующих частей (рис. 39): центрального электрода 4 с зажимом 1, изолятора центрального электрода 6, корпуса свечи 3 с электродом 5, соединенным с «массой», и уплотняющих колец 7.

Условия работы изолятора запальной свечи крайне тяжелые, так как он подвергается действию механических, тепловых и электрических нагрузок.

Механическая нагрузка на изолятор свечи возникает от давления газов в камере сгорания, которое в момент воспламенения достигает 25 кг/см^2 и выше, причем быстрый рост давления действует на изолятор в виде ударной силы.

Тепловая нагрузка вызывается действием на изолятор газов с различной температурой. Так, например, часть изолятора, расположенная в камере сгорания, омывается горящими газами, температура которых достигает в момент воспламенения $1\,500$ — $2\,000^\circ$, а при такте впуска 50 — 80° . Часть же изолятора, омываемая внешним воздухом, в зимних условиях испытывает действие температур ниже нуля (если двигатель не имеет капота). Такие резкие колебания температуры и большие перепады ее вызывают

внутренние напряжения в материале изолятора, которые еще увеличиваются от давления уплотняющих колец.

Для бесперебойной работы запальной свечи температура нижней части изолятора («юбочки») должна быть в пределах $400—500^{\circ}$. В том случае, если температура юбочки будет ниже 400° , на поверхности изолятора будет отлагаться копоть, и свеча будет работать с перебоями или совершенно откажет в работе. В случае повышения температуры выше 800° возникает калильное зажигание, т. е. смесь будет воспламеняться не электрическим разрядом,

а от соприкосновения с накалившимся изолятором.

Температура юбочки изолятора свечи $400—500^{\circ}$ называется температурой самоочищения свечи. Чтобы она была устойчивой, необходимо соблюсти тепловой баланс свечи, т. е. количество тепла, полученное изолятором от горящих газов, должно отводиться от него в таком количестве, при котором температура изолятора будет поддерживаться около $400—500^{\circ}$.

На рис. 39, б представлена свеча в разрезе;

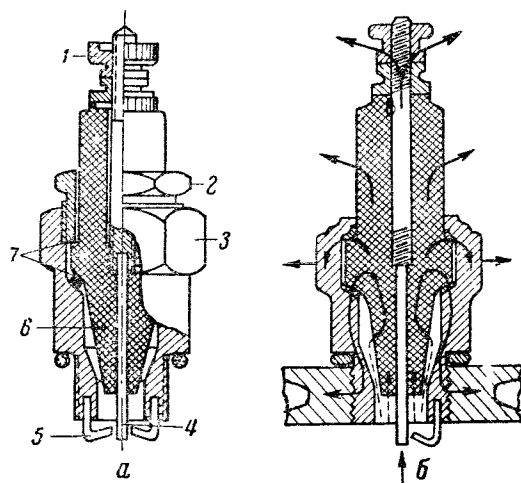


Рис. 39. Запальные свечи.

а — разборная, б — неразборная.

пунктирными стрелками показаны места подвода тепла, а сплошными стрелками места отвода тепла. Количество теплоты, полученное изолятором, зависит от размера площади поверхности юбочки изолятора, числа вспышек смеси в минуту в данном цилиндре, степени сжатия, наполнения цилиндра смесью, теплоемкости материала изолятора и его теплопроводности, состава смеси и диаметра отверстия в корпусе свечи, через которое имеется доступ газам к изолятору свечи.

Величина боковой поверхности юбочки изолятора зависит от диаметра и длины. Чем длиннее юбочка при том же диаметре, тем больше ее поверхность, и изолятор воспримет большее количество теплоты.

Число вспышек в цилиндре зависит от числа оборотов коленчатого вала и рабочего цикла двигателя (двух- или четырехтактный). Чем больше число оборотов, тем больше теплоты получит изолятор. В двухтактном двигателе при том же числе оборотов коленчатого вала, что и в четырехтактном, число вспышек в два

раза больше и количество теплоты, полученное изолятором свечи, будет также больше.

Влияние степени сжатия и наполнения цилиндра на нагрев свечи можно рассматривать совместно, так как с повышением степени сжатия или при большем открытии дроссельной заслонки увеличивается давление в конце такта сжатия и повышается температура газов в момент их воспламенения, следовательно, свеча получит больше тепла.

Повышение теплоемкости материала изолятора или понижение теплопроводности способствует повышению температуры юбочки свечи.

Отвод теплоты от изолятора происходит по различным путям. Основное количество тепла отводится нижним медным и верхним латунным уплотняющими кольцами к стальному корпусу свечи и через резьбовое соединение свечи к головке цилиндров. Часть теплоты отдается поверхностью изолятора, омываемой внешним воздухом, и часть теплоты отводится стержнем центрального электрода.

§ 30. Устройство запальной свечи. *Изолятор центрального электрода свечи.* Изоляторы центральных электродов в запальных свечах изготавливаются из различных материалов. Эти материалы должны обладать следующими качествами: 1) сохранять механическую прочность и изоляционные свойства при нагреве, 2) иметь малые объемные изменения при повышении и понижении температуры и 3) иметь высокую теплопроводность.

Часто в практике изолятор называют фарфоровым. Фарфор в обычном своем составе совершенно не пригоден для запальных свечей. Это объясняется тем, что при нагреве его изоляционные свойства сильно падают.

Для тракторных и автомобильных двигателей в СССР исключительно широкое применение нашли свечи с керамическим изолятором, т. е. стеатитовые, глиноземистые, синтеркорундовые и уралитовые. Стеатит, или тальк, широко применялся для изоляторов центральных электродов тракторных и автомобильных свечей. Свечи с изолятором из талька находили применение на двигателях с нормальной степенью сжатия и числом оборотов коленчатого вала до 2 000 в минуту. Они дешевы, но имеют недостаточно хорошие изолирующие качества при температуре 600—700°.

Для более быстроходных двигателей с повышенной степенью сжатия, каковыми являются двигатели автомобилей ГАЗ-51, ГАЗ-М20, ГАЗ-11-40, ЗИС-120 и МЗМА, стеатитовые изоляторы не пригодны, и применяются изоляторы из глинозема или уралита. Глиноземные изоляторы содержат до 50% окиси алюминия и имеют большую электрическую и механическую крепость, чем стеатит. В настоящее время изолятор центрального электрода изготавливают из уралита, содержащего около 80% окиси алюминия.

Его электрические и механические свойства значительно выше, чем у глинозема.

Применяется также искусственный корунд, или синтеркорунд, в котором чистой окиси алюминия 99%. Синтеркорунд имеет и другие названия, например электрокорунд, или кристаллкорунд. Он обладает высокой теплопроводностью, которая в 14 раз выше, чем у стеатита, и высокими изоляционными качествами при температуре 700° и выше.

Керамические изоляторы изготавливаются путем формовки болванок из массы с последующей просушкой и механической обработкой, после чего их подвергают обжигу и глазировке. Глазируется только верхняя часть изолятора, чтобы закрыть поры и придать гладкую стекловидную поверхность. Она мешает удержанию влаги в порах и устраняет возможность поверхностного разряда.

В зависимости от условий работы двигателя приходится применять свечи с различными тепловыми характеристиками. Для получения теплового баланса в изоляторе свечи быстрогоходного двигателя с повышенной степенью сжатия уменьшают размер юбочки, воспринимающей теплоту горящих газов. Для тихоходных двигателей с низкой степенью сжатия нижняя часть корпуса свечи имеет расточку на больший внутренний диаметр, и юбочка изолятора делается длиннее. Изменением длины юбочки изменяют количество тепла, воспринимаемого изолятором. Чем короче юбочка изолятора, тем лучше отводится теплота от нее через медное уплотняющее кольцо.

Теплоотдачу можно изменять также применением различных материалов изолятора. Так, например, свечи с синтеркорундовым изолятором могут иметь юбочку длиннее, чем свечи со стеатитовым, так как стеатит имеет теплопроводность ниже, чем синтеркорунд.

Если к изолятору свечи тепла подводится много, а отводится мало, такая свеча называется «очень горячей». Она хорошо работает на двигателях с малым числом оборотов и при низкой степени сжатия. На быстрогоходных двигателях с повышенной степенью сжатия такая свеча перегреется и вызовет калильное зажигание. В таких двигателях применяют свечи «очень холодные» или «холодные». Эти свечи имеют короткую юбочку с уменьшенной поверхностью подвода тепла и большим отводом его. В случае применения «холодной» свечи на тихоходном двигателе изолятор быстро покрывается копотью.

Тепловая характеристика свечи обозначается цифрами, указывающими длину юбочки в миллиметрах. Эта цифра выбивается на корпусе свечи под чертой в виде знаменателя дроби (цифра 20), либо через тире. Например: М 12/20 или М 12-20. Для удобства распознавания типа свечи завод «Тенкарз» на корпусе свечи делает накатку поясков. Для свечей, имеющих длину юбочки 14 мм,

накатывается один поясok с рисунком в виде сетки, при длине 11 мм накатывается один поясok и при длине 10 мм два пояска в виде вертикальных черточек.

Электроды. Материалом для электродов свечи служит никель-марганцевый сплав, содержащий 95—97% никеля и 3—5% марганца. Применение никеля вызвано его высокой температуростойкостью, а присадка марганца делает электроды менее хрупкими в нагретом состоянии. Поперечное сечение центрального электрода иногда берется больше, чем электрода, соединенного с «массой», с целью увеличить отвод тепла.

При работе двигателя температура центрального электрода достигает 700—800°, электроды же, соединенные с «массой», т. е. корпусом свечи, имеют очень хорошую отдачу тепла и их температура не превышает 200—250°.

Опытным путем установлено, что срок службы электродов зависит от направления тока. Если вторичный ток направлен от центрального электрода к боковому, то центральный изнашивается быстрее. Объясняется это тем, что температура центрального электрода выше и ток, будучи направлен от него, больше уносит металла, в результате чего срок службы свечи сокращается. Поэтому является целесообразным соединение зажима + батареи с «массой» при батарейном зажигании, так как в этом случае вторичный ток будет направлен от бокового электрода (более холодного) к центральному электроду, и срок службы электродов увеличивается примерно на 10%. Следует напомнить, что величина пробивного напряжения снижается на 40—50% при отрицательном потенциале центрального электрода. Это объясняется следующим обстоятельством: центральный электрод имеет температуру на 500—550° выше, чем боковой электрод, и вокруг центрального электрода будет слой газа (в виде чулка), более нагретого.

Для появления искрового разряда между электродами необходимо газ ионизировать, т. е. газ должен стать проводником. Ионизация же газа зависит не только от напряжения, приложенного к электродам, при прочих равных условиях, но и от плотности газа. В связи с тем, что газ вокруг центрального электрода нагрет, его плотность меньше и ионизация будет происходить при меньшем напряжении. Следовательно, пробой произойдет также при меньшем напряжении. Если же изменить полярность центрального электрода, т. е. сделать его положительным, то вылет электронов с поверхности более холодного, бокового электрода будет затруднен, и для пробоя газового промежутка потребуется большее напряжение.

Величина междуэлектродного пространства (зазора) для большинства свечей должна быть в пределах 0,6—0,7 мм. При меньших зазорах требуется более обогащенная рабочая смесь, чем при больших зазорах. Возможность перебоев в работе свечи и даже полный отказ часто наблюдается в случае малого зазора и работы

на этилированном бензине, что вызывается образованием токопроводящего мостика между электродами свечи.

На корпусе свечи укрепляется один или два электрода. Иногда водители отгибают один электрод так, чтобы он был удален от центрального электрода. Делая это, они уверяют, что свеча меньше будет покрываться нагаром. Это неверно, так как образование нагара объясняется несоответствием свечи по тепловому балансу изолятора или плохим состоянием поршневой группы. Отгибание одного из двух электродов вызывает односторонний износ центрального электрода.

При наличии двух электродов искровой разряд появляется в том зазоре, который меньше, и по мере износа электродов вступает в работу второй промежуток между центральным и боковым электродами. Отгибание или, еще хуже, удаление одного из электродов сокращает срок службы свечи.

Корпус свечи. Корпус свечи изготавливают из стали марки А12, его конструкция различна для свечей разборного типа и неразборных. На рис. 39, а изображена разборная свеча. Корпус имеет шестигранник под ключ 26 или 22 мм. Ввертная, нижняя часть корпуса имеет нарезку. Диаметр и шаг резьбы для различных свечей применяют различные. Свечи, применявшиеся на двигателях до 1934 г., имели дюймовую нарезку. В настоящее время применяется только метрическая резьба (табл. 2). В разборных свечах верхняя часть корпуса имеет нарезку, в которую ввертывается стальной ниппель 2, служащий для закрепления изолятора центрального электрода. Шестигранник ниппеля делается под ключ 22 мм.

В неразборных свечах изолятор укрепляется в корпусе завальцовкой с предварительной установкой стального кольца или тальковым уплотнителем; последние допускают некоторые изменения объема изолятора при его нагреве, не нарушая герметичности в месте крепления.

Все тракторные двигатели и большинство автомобильных имеют нарезку для свечей с диаметром резьбы 18 мм. Исключением являются двигатели ЗИС-120, «Москвич» и ЗИМ, на которых применяются свечи 14 мм, и ЗИС-110, который имеет свечи 10 мм. Малогабаритные свечи с нарезкой 14 и 10 мм быстрее прогреваются и входят в тепловой режим, чем свечи с нарезкой 18 и 22 мм. Однако при работе двигателей на бензине второго сорта, а тем более на керосине, малогабаритные свечи в период прогрева двигателя успевают покрыться копотью и отказывают в работе. Это послужило причиной некоторого ограничения в применении их.

Различная длина ввертной части корпуса свечи делается в связи с тем, что у двигателей различных марок бывает тело головки различной толщины.

На рис. 40, б изображена толстая стенка головки, а свеча имеет короткую ввертную часть. При такой установке свечи в углублении

будет оставаться сгоревшая смесь и при малом числе оборотов коленчатого вала возможны перебои в работе двигателя.

На рис. 40, в изображена головка с тонкой стенкой камеры сгорания и большая длина ввертной части свечи. В этом случае корпус свечи будет перегреть, теплоотдача от изолятора к корпусу ухудшится и возможно калильное зажигание при больших нагрузках двигателя. При малых нагрузках отлагающаяся копоть на нижней части резьбы может затруднить вывертывание свечи.

На рисунке 40, а изображена свеча, правильно подобранная по длине ввертной части. Применять свечу с длинной ввертной частью в двигателях ГАЗ новых моделей и других недопустимо, так как клапан будет задевать за электроды или корпус свечи, что выведет двигатель из строя.

На рис. 41 изображены четыре запальные свечи для различных двигателей. Цифры, расположенные слева внизу против каждой свечи, указывают длину юбочки изолятора, а справа — длину

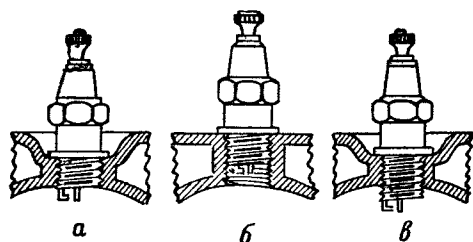


Рис. 40. Установка запальных свечей при различной длине ввертной части и толщине стенки головки двигателя.

а — правильная установка, б и в — неправильные установки.

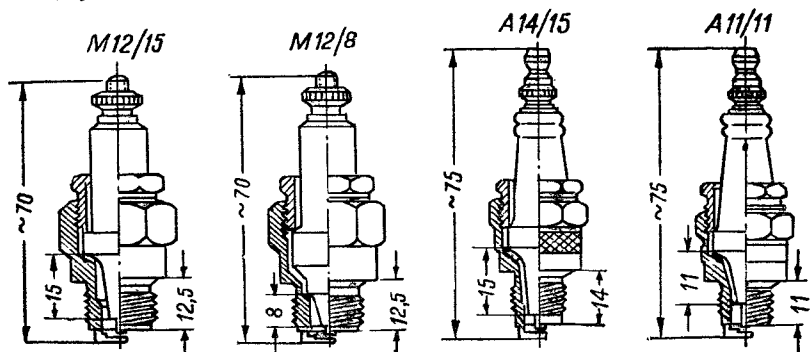


Рис. 41. Типы запальных свечей для автомобильных и тракторных двигателей.

ввертной части корпуса. На корпусе свечи выбивается марка завода-изготовителя, например Ленинградского карбюраторного завода (ЛКЗ) или Куйбышевского (КАТЭК).

Буквенные обозначения следующие: Д — дюймовая резьба $\frac{7}{8}$ ", 18 ниток на дюйм; М — метрическая резьба $18 \times 1,5$ мм; А — метрическая резьба $14 \times 1,25$ мм; Т — метрическая резьба 10×1 мм; Н — неразборная свеча; А после дроби указывает на

фасонную гайку под пружинный наконечник провода высокого напряжения, В — зажимную гайку с накаткой. Буква У за дробью обозначает уралитовый изолятор. Числитель дроби или цифра до черточки показывает длину ввертной части. Знаменатель дроби или цифра за черточкой показывает длину юбочки.

В табл. 2 приведены характеристики свечей и марки двигателей, на которых данные свечи применяются.

Т а б л и ц а 2

Характеристика запальных свечей и их назначение

Марка свечи	Ввертная часть (мм)			Длина юбочки изолятора (мм)	Размер корпуса под ключ (мм)	Размер ниппеля под ключ (мм)	Для какого двигателя, автомобиля или трактора
	диаметр	наг. резьбы	длина резьбы				
Д 20/20	7/8"	1/18"	20	20	28	22	СХТЗ, С-60, У-1 и У-2 ГАЗ-АА, ЗИС-5, СХАТЗ-НАТИ
М 20/20	18	1,5	20	20	26	22	
М 12/20	18	1,5	12	20	26	22	П-46 ГАЗ-ММ, ГАЗ-67
М 15/15	18	1,5	15	15	26	22	
М 15/15В	18	1,5	15	15	26	22	ГАЗ-М1, В-20 ГАЗ-51, ГАЗ-63 (зимой)
НМ 12/10Б	18	1,5	12	10	26	—	
НМ 12/12А-У	18	1,5	12	12	26	—	ГАЗ-М20, ГАЗ-69, ХТЗ-7 ГАЗ -51 (летом и при без- дорожье)
НМ 12/8В	18	1,5	12	8	26	—	
НА 11/11А	14	1,25	11	11	22	—	ЗИС-150, ЗИС-151, ЗИС-155 и ЗИС-50
НА 11/14А-У	14	1,25	11	14	22	—	
НА 11/16А-У	14	1,25	11	16	22	—	«Москвич» Пусковой двигатель ПД-10 для ДТ-54 и КД-35
НА 11/10А	14	1,25	11	10	22	—	
НА 11/11А-У	14	1,25	11	11	22	—	Для электрофакельного подогревателя ЯАЗ-200 и МАЗ-200
А 11/11В	14	1,25	11	11	22	—	
НА 11/11В	14	1,25	11	11	22	—	ЗИМ ЗИС-110
СР 43	20	1,5	—	—	—	22	
НА 12/15А	14	1,25	12	15	22	—	
НТ 7/12А	7	1	7	12	17	—	

Контрольные вопросы

1. Объясните устройство запальной свечи и перечислите материалы, из которых выполнены ее детали.
2. Каким видам нагрузки подвергается изолятор центрального электрода и какова температура самоочищения?
3. От чего зависит выбор запальной свечи для того или иного двигателя?
4. Почему фарфор не применяется для изготовления изоляторов свечи и из каких материалов они изготавливаются?
5. Какие буквенные и цифровые обозначения имеются на запальных свечах и что они обозначают?

ГЛАВА VII

СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ БАТАРЕЙНОГО ТИПА

§ 31. Физические явления, происходящие в аппарате зажигания батарейного типа. Общие положения. Процесс преобразования напряжения в аппаратах батарейного зажигания и магнето имеет много общего; изложение вопроса начнем с аппаратов батарейного типа, как наиболее простых. На рис. 42 представлена

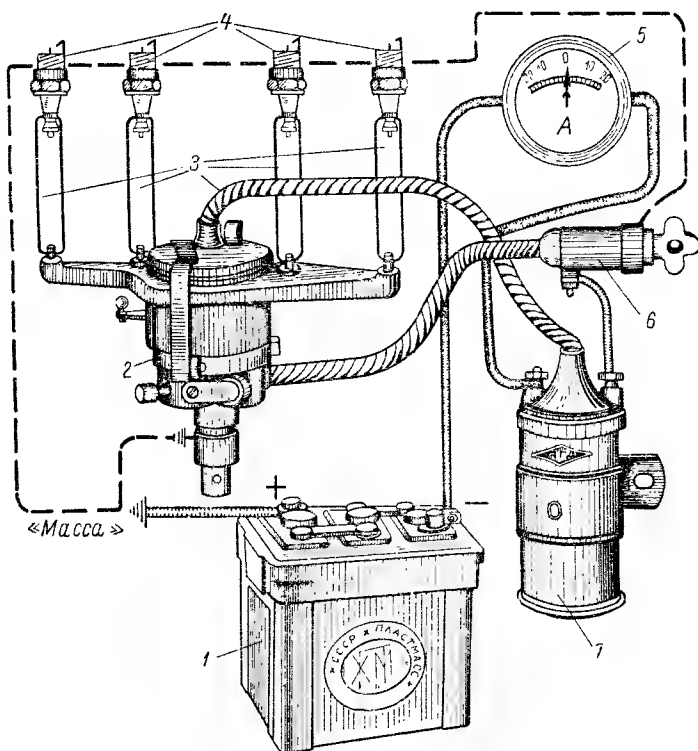


Рис. 42. Монтажная схема батарейного зажигания автомобиля ГАЗ-АА.

система батарейного зажигания автомобиля ГАЗ-ММ, где 4 — запальные свечи, 5 — амперметр, 7 — индукционная катушка, 1 — аккумуляторная батарея, 6 — включатель зажигания, 2 — токораспределитель высокого напряжения и прерыватель, 3 — соединительные провода. «Масса» — металлические части двигателя и рамы, проводящие ток и заменяющие второй провод электрической цепи.

Процесс получения высокого напряжения в системе батарейного зажигания кратко объяснить можно следующим образом. При

включенном положении выключателя δ и замкнутых контактах прерывателя от аккумуляторной батареи ток направляется по «массе» через прерыватель, выключатель зажигания в первичную обмотку индукционной катушки и через амперметр возвращается в аккумуляторную батарею. Под действием тока сердечник индукционной катушки намагничивается.

В тот момент, когда необходимо воспламенить смесь, кулачок прерывателя поднимает рычажок (молоточек) прерывателя, контакты размыкаются и первичный ток прерывается. Магнитное поле

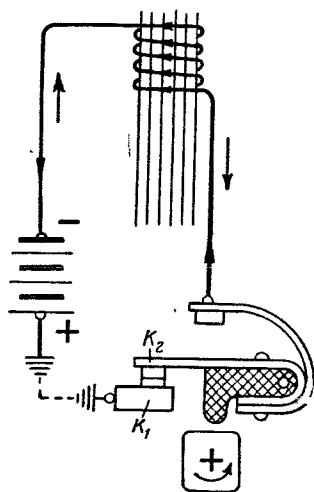


Рис. 43. Схема первичной цепи системы батарейного зажигания.

в сердечнике индукционной катушки сокращается и, пересекая витки вторичной обмотки, индуцирует в ней э. д. с., создающую высокое напряжение на электродах свечи. Появляется электрический разряд в той свече, которая в данный момент соединена распределителем с индукционной катушкой. После этого грань кулачка прерывателя освободит рычажок, контакты вновь замкнутся под действием пружины и весь процесс повторится для свечи следующего цилиндра в порядке их работы и т. д.

Замыкание первичной цепи индукционной катушки (рис. 43). При замыкании контактов K_1 и K_2 прерывателя первичная обмотка индукционной катушки приключается к аккумуляторной батарее. Под действием э. д. с. батареи в первичной обмотке появляется ток. Он направлен от зажима $+$ батареи

в «массу», контакт K_1 , контакт K_2 , рычажок прерывателя и через первичную обмотку к зажиму — батареи.

При появлении тока в первичной обмотке сердечник индукционной катушки намагничивается, и появляющееся магнитное поле пересекает витки первичной обмотки. Это пересечение вызывает появление э. д. с. самоиндукции замыкания. Она направлена навстречу э. д. с. аккумуляторной батареи (стрелки $\rightarrow$) и препятствует быстрому восстановлению тока в первичной цепи, в связи с чем требуется некоторое время для того, чтобы ток восстановился.

Восстановлению тока в первичной обмотке приходится уделять большое внимание, особенно в аппаратах зажигания, обслуживающих многоцилиндровые и быстроходные двигатели, так как время замкнутого состояния первичной цепи очень мало. Например, в двигателе ГАЗ-51 при 2800 об/мин коленчатого вала требуется в минуту дать 8400 разрядов, а в двигателе ЗИС-110 при

3 600 об/мин — 14 400 разрядов (искр), и если допустить, что контакты бывают замкнуты такое же время, как и разомкнуты, то для ГАЗ-51 время замкнутого состояния первичной цепи равно $\frac{1}{290}$ сек, для ЗИС-110 — $\frac{1}{480}$ сек.

Если включить амперметр в первичную цепь системы зажигания автомобиля ГАЗ-ММ, то при длительно замкнутых контактах прерывателя, т. е. когда двигатель не работает, величина первичного тока достигает 4 а. При работе двигателя с малым числом оборотов (например, 400 об/мин) величина тока снизится до 2 а, и чем больше будет число оборотов, тем меньше величина тока.

Уменьшение тока в первичной обмотке нежелательно, так как уменьшается магнитный поток, и аппарат зажигания снижает величину напряжения на электродах свечи. Воспрепятствовать уменьшению тока, восстановленного к моменту размыкания контактов прерывателя, можно различными способами, например, увеличением продолжительности замкнутого состояния контактов прерывателя и включением добавочного сопротивления с переменной проводимостью.

Время замкнутого состояния контактов зависит: 1) от числа оборотов коленчатого вала, 2) числа цилиндров двигателя, обслуживаемых аппаратом зажигания, 3) профиля кулачковой шайбы прерывателя, 4) величины зазора между контактами прерывателя, 5) упругости пружины рычажка прерывателя, 6) числа рычажков и 7) рабочего процесса двигателя (двух- или четырехтактный).

Из примеров, приведенных ранее, видно, что с увеличением числа оборотов двигателя и увеличением числа цилиндров, обслуживаемых аппаратом зажигания, требуется больше искр, и время замкнутого состояния контактов сокращается.

На рис. 44 изображен прерыватель шестичилиндрового двигателя. Прерыватель имеет рычажок 1, изготовленный из текстолита, благодаря чему вес его очень малый и инерционные силы, возникающие при его работе, очень незначительны. Это позволяет рычажку работать четко и своевременно замыкать первичную цепь. Текстолитовый рычажок имеет вдвое меньшую длину по сравнению с ранее применявшимися, что также снижает инерционные свойства.

Величина зазора между контактами при наибольшем подъеме рычажка, т. е. когда он находится на грани кулачковой шайбы, оказывает влияние на время замкнутого состояния цепи. Если мы освободим стопорящий винт 2 и эксцентрик 4 будем приближать

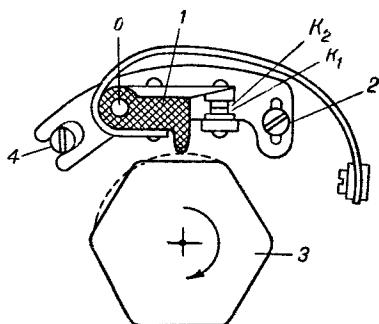


Рис. 44. Прерыватель современных аппаратов зажигания.

контакт K_1 к центру кулачковой шайбы 3, то рычажок 1 также приблизится к центру, и кулачок раньше прервет первичную цепь и позже замкнет ее. В этом случае высота подъема рычажка будет больше, а следовательно, и зазор между контактами будет увеличен.

При увеличении зазора первичная цепь дольше находится в разомкнутом состоянии и меньше в замкнутом состоянии. В связи с этим ток в первичной обмотке будет восстановлен до меньшей величины, и аппарат зажигания будет исправно работать при малом и среднем числе оборотов коленчатого вала и плохо при большом.

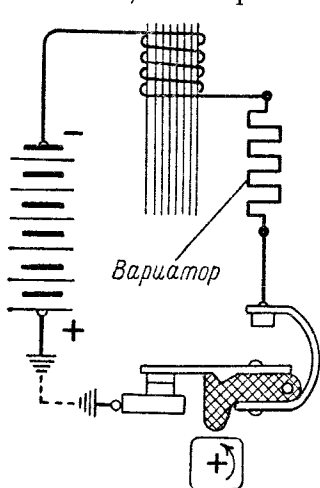


Рис. 45. Схема первичной цепи аппарата зажигания с включенным вариатором.

спуск его. Таким образом, путем придания нужного профиля кулачку, установкой легкого и короткого рычажка, достаточной силы пружины и соответствующего зазора между контактами прерывателя величина тока в первичной цепи восстанавливается до значения, при котором аппарат зажигания сохраняет работоспособность на всем диапазоне изменения числа оборотов коленчатого вала.

Однако стремление сохранить большие значения первичного тока при большом числе оборотов двигателя неизбежно вызывает увеличение тока при малом числе оборотов, причем чрезмерное увеличение его вызывает большой нагрев обмотки и повышенный расход электроэнергии. Для устранения этого недостатка на автомобилях ГАЗ-51, ГАЗ-М20, ЗИС-150 и ГАЗ-69 в индукционных катушках типа Б-21 применяется добавочное сопротивление с переменной проводимостью. Оно носит название вариатора.

На рис. 45 представлена схема первичной цепи аппарата зажигания с переменным сопротивлением, изготовленным из стальной

Упругость пружины рычажка прерывателя также оказывает большое влияние на восстановление первичного тока. При недостаточной силе пружины и большом числе оборотов замыкание контактов происходит с запозданием, и замкнутое состояние контактов уменьшается. Это вызывает ухудшение восстановления первичного тока, и двигатель работает с перебоями, не развивая большого числа оборотов.

Кулачковая шайба прерывателя прежних выпусков для двигателя ЗИС-5 имела симметричные грани, а грани шайбы современного прерывателя имеют несимметричную форму: на сбегавшей части кулачка с каждой грани снят металл. Это позволяет производить быстрый подъем рычажка и плавный спуск его.

Таким образом, путем придания нужного профиля кулачку, установкой легкого и короткого рычажка, достаточной силы пружины и соответствующего зазора между контактами прерывателя величина тока в первичной цепи восстанавливается до значения, при котором аппарат зажигания сохраняет работоспособность на всем диапазоне изменения числа оборотов коленчатого вала.

провода. Сталь обладает ярко выраженным положительным температурным коэффициентом, т. е. с повышением температуры сопротивление стальной проволоки возрастает. Если сопротивление первичной обмотки малое и последовательно с ней включить вариатор, то при малом числе оборотов коленчатого вала величина первичного тока должна быть большой, но увеличение тока в вариаторе вызовет нагрев его, и сопротивление проволоки повысится. Повышение сопротивления вариатора снизит ток в первичной обмотке, и нагрев первичной обмотки будет незначительный.

При повышении числа оборотов вала двигателя время замкнутого состояния контактов сокращается, и ток в первичной обмотке и в вариаторе будет уменьшаться. Это вызовет понижение температуры проволоки вариатора, ее сопротивление уменьшится, и величина тока в первичной обмотке повысится.

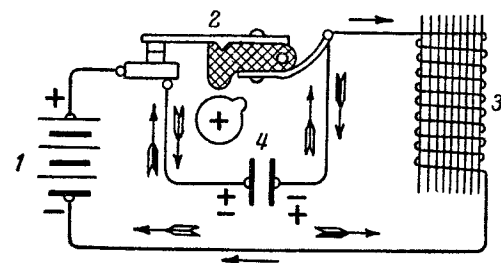
Таким образом, вариатор выполняет две роли: 1) предохранительную, так как при малом числе оборотов вала двигателя он нагревается больше и защищает первичную обмотку от чрезмерного увеличения тока, и 2) регулируемую, так как при большом числе оборотов он охлаждается и, увеличивая свою проводимость, поддерживает нужную величину тока в первичной обмотке, благодаря чему аппарат зажигания не теряет своей работоспособности. Вариатор, применяемый на индукционных катушках Б-21, изменяет свое сопротивление от 1,25 ом при большом числе оборотов коленчатого вала до 4 ом при неработающем двигателе, замкнутых контактах прерывателя и включенном зажигании.

Размыкание первичной цепи и получение высокого напряжения. При размыкании первичной цепи восстановленный ток прервется. Магнитное поле, созданное током в сердечнике индукционной катушки, будет сокращаться и пересечет витки первичной и вторичной обмоток. При пересечении витков первичной обмотки в них возбуждается э. д. с. самоиндукции, направленная в ту же сторону, что и убывающий ток. Под действием э. д. с. самоиндукции в первичной обмотке появится ток размыкания.

Так как индукционная катушка есть не что иное, как повышающий трансформатор, то очевидно, что чем больше будет э. д. с. в первичной обмотке при размыкании тока в ней, тем больше будет вторичная э. д. с., возбужденная в витках вторичной обмотки.

Ранее указывалось, что величина э. д. с., возбужденной в проводнике, зависит от того, как быстро магнитное поле пересекает обмотку. Как бы быстро прерыватель ни размыкал контакты, все же быстро прервать первичный ток не удастся, так как ток размыкания проявляет себя в виде искры и задерживает убывание тока в первичной цепи. Следовательно, появляющаяся между контактами искра показывает наличие тока в обмотке, а значит и магнитное поле в сердечнике исчезает замедленно.

С целью ускорить убывание тока в первичной цепи параллельно контактам прерывателя включают конденсатор. При наличии же конденсатора большая часть тока размыкания устремится на заряд конденсатора, а меньшая часть обнаружит себя в виде слабой искры между контактами прерывателя.



- ← Направление основного тока
 ← Направление тока размыкания
 → Направление первого импульса при разрядке конденсатора

Рис. 46. Схема э. д. с. и токов, действующих в первичной цепи в момент прерывания.

ответствует аккумуляторной батарее, кран 2 соответствует прерывателю, камера с резиновой диафрагмой 4 соответствует конденсатору, спиральная трубка 3 соответствует первичной обмотке. При открытом кране под действием центробежного насоса вода протекает по спиральной трубке (стрелки →). Если быстро закрыть кран, то вода в трубке вследствие силы инерции будет двигаться в том же направлении, как она двигалась до перекрытия линии. Но так как кран закрыт, вода устремится в резервуар с резиновой диафрагмой; под действием силы инерции воды диафрагма выгнется в положение *a*. Когда сила упругости диафрагмы будет равна силе инерции воды, прогиб диафрагмы прекратится, и она будет стремиться выпрямиться. В связи с этим вода будет перемещаться в обратном направлении. Однако при обратном движении воды появится вновь сила инерции, которая выгнет диафрагму

На рис. 46 изображена схема первичной цепи с включенным к прерывателю 2 конденсатором 4, а на рис. 47 приведена схема с водой, подобная электрической схеме рис. 46. Отдельные части схемы с водой соответствуют составным частям электрической схемы, а именно: центробежный насос 1 со-

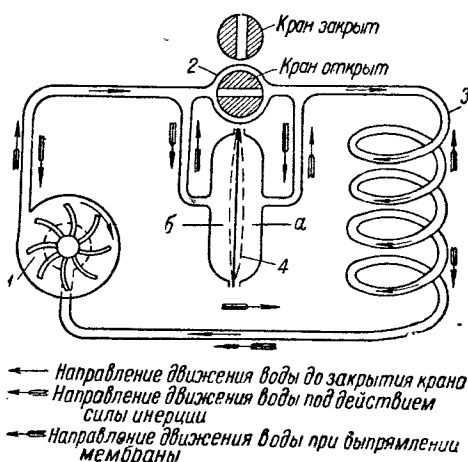


Рис. 47. Схема, объясняющая роль конденсатора по сопоставлению с водой.

в положение б. Затем весь процесс повторится, но с меньшей силой, так как при перемещении воды в спиральной трубке преодолеваются силы трения, на что затрачивается часть энергии. Колебания диафрагмы будут все меньше и меньше и вскоре прекратятся.

Подобно рассмотренному явлению с водой происходят явления в цепях электрического тока, составленных из катушки самоиндукции и емкости (конденсатора). При размыкании контактов прерывателя ток размыкания устремляется к месту разрыва цепи, а так как здесь же включен конденсатор, то большая часть тока поступает в конденсатор (рис. 46), левая его обкладка приобретает полярность $+$, а правая $-$. Когда э. д. с. самоиндукции, заряжая конденсатор, создаст равное себе напряжение, дальнейшая зарядка конденсатора прекратится. В связи с тем, что ток прекратился, магнитное поле исчезнет, заряженный конденсатор будет разряжаться на первичную обмотку, и вновь появится магнитное поле. Оно вначале будет увеличиваться, а затем уменьшаться вследствие того, что в конденсаторе иссякает запасенная электрическая энергия. Появившаяся э. д. с. самоиндукции зарядит вновь конденсатор, и правая обкладка приобретет полярность $+$, а левая $-$ и т. д.

Зарядка и разрядка конденсатора происходят с большой скоростью, и если бы прерыватель был разомкнут в течение 1 сек, то конденсатор успел бы зарядиться и разрядиться от 500 до 2 500 раз. Это явление называется колебательным затухающим разрядом конденсатора. Для получения высокого напряжения в аппарате зажигания весь колебательный разряд не нужен, а требуется только первый заряд конденсатора.

При отсутствии конденсатора э. д. с. самоиндукции, возникающая в момент размыкания первичного тока, не встречает на своем пути встречной силы, т. е. напряжения конденсатора. Кроме того, наличие разряда между контактами прерывателя препятствует убыванию тока в первичной обмотке, так как она фактически остается замкнутой через дуговой разряд.

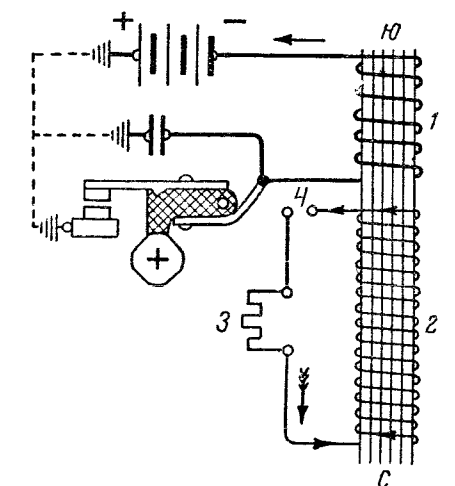
Вследствие указанных причин убывание магнитного поля сердечника замедляется, и во вторичной обмотке индуцируется малая э. д. с. При наличии же конденсатора ток размыкания прекращается гораздо быстрее; магнитное поле также сокращается быстро, и во вторичной обмотке индуцируется э. д. с. до 20 000 в и выше.

Величина емкости конденсатора оказывает большое влияние на получение высокого напряжения. Если конденсатор взят большой емкости, то между контактами прерывателя искрение будет едва заметно. Но с таким конденсатором получим недостаточное напряжение на электродах свечи, и появятся перебои в работе двигателя при большом числе оборотов. Если конденсатор взят очень малой емкости, то между контактами прерывателя появится сильная искра. Аппарат зажигания будет работать

с перебоями при малом числе оборотов вала двигателя; контакты прерывателя быстро разрушаются током размыкания, и аппарат зажигания совершенно перестанет работать.

Часто водители автомашин включают дополнительно один или несколько конденсаторов. При этом искрение в прерывателе уменьшается, но аппарат зажигания работает хуже при большом числе оборотов.

Таким образом, конденсатор в аппаратах зажигания способствует быстрому убыванию тока в первичной цепи в момент ее прерывания, что необходимо



← Направление тока размыкания

←← Направление вторичного тока

Рис. 48. Схема, объясняющая влияние нагара на работоспособность системы зажигания.

для получения высокого напряжения на электродах свечи и длительной работе контактов прерывателя, так как ток размыкания меньше разрушает их поверхность.

При конденсаторе емкостью $0,15-0,28 \text{ мкф}$ э. д. с. самоиндукции размыкания достигает $200-300 \text{ в}$; если при этом число витков вторичной обмотки в 60 раз больше числа витков первичной обмотки, то вторичная э. д. с. будет иметь величину $12\,000-18\,000 \text{ в}$. Однако это не значит, что напряжение на электродах свечи будет равно вторичной э. д. с. Электроды, между которыми появляется искровой разряд, располагаются в запальной свече. Нижняя часть изоля-

тора свечи (юбочка) соприкасается с горящими газами в камере сгорания, и на ней отлагается копоть (нагар). Слой копоти является токопроводящим и шунтирует электроды свечи. Чем больше копоти на изоляторе свечи, тем сопротивление ее меньше.

Как видим из рис. 48, копоть в виде активного сопротивления 3 замыкает вторичную обмотку 2, и в момент прерывания первичной цепи 1 в витках вторичной обмотки появляется не только э. д. с., но и вторичный ток. Направление вторичного тока такое же, как и направление убывающего тока первичной обмотки; следовательно, магнитное поле, созданное ампер-витками вторичной обмотки, будет стремиться сохранить магнитный поток сердечника. Таким образом, поле вторичной обмотки мешает быстрому спадению магнитного потока и тем самым способствует снижению вторичной э. д. с.

В том случае, когда изолятор свечи не покрыт копотью, сопротивление свечи очень большое, достигая нескольких миллионов ом, и во вторичной цепи ток не появляется до момента разряда. В связи с этим отсутствует поле вторичной обмотки, замедляющее убывание основного потока, и вторичная э. д. с. сможет достигнуть наибольшей величины.

Всем практикам известно, что при закопченной свече стоит только отвести провод от центрального электрода на 3—5 мм, как свеча начнет работать. Это явление хорошо можно объяснить, пользуясь сравнением с водой. На рис. 49 цилиндр с поршнем заполнен водой и в нижней камере помещена тонкая диафрагма. Цилиндр с поршнем соответствует источнику высокого напряжения, а камера с диафрагмой соответствует запальной свече. Отсутствие утечки в камере с диафрагмой подобно чистой свече. При

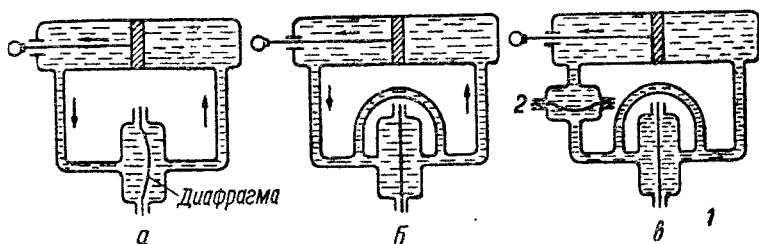


Рис. 49. Схема, объясняющая роль дополнительного искрового промежутка по сопоставлению с водой.

движении поршня влево вода давит на диафрагму, и когда сила давления воды преодолет механическую прочность диафрагмы, последняя прорвется. Это соответствует пробоем газового промежутка между электродами свечи.

На рис. 49, б дополнительно изображена обводная трубка, что соответствует закопченной свече. В этом случае при перемещении поршня вода, перетекая по трубке, не позволит создать такого давления на диафрагму, чтобы прорвать ее. Подобно этому утечка тока через копоть не позволяет получить разряда в свече.

На рис. 49, в введена дополнительная камера 2 с диафрагмой, которая предупреждает перетекание воды до того момента, когда давление воды прорвет диафрагму в камере 2. При этом большое давление передается к камере 1, обводная трубка не успеет пропустить большого количества воды, и напор воды в камере 1 прорвет и основную диафрагму. Из рисунков видно, что такие же явления будут происходить и при движении поршня вправо.

Случай в соответствует работе аппарата зажигания с закопченной свечой при введении дополнительного искрового промежутка (ДИП) или, как говорят, при работе на пробой.

Дополнительный искровой промежуток 4 (рис. 48) имеет назначение предупредить преждевременное появление тока во вторичной цепи, что может иметь место при отложении копоти на изоляторе. Тем самым дополнительный промежуток способствует получению наибольшей величины вторичной э. д. с., накоплению некоторого количества электричества и затем быстрой передаче его к свече. При этом величина тока в копоти увеличивается. Выделяющаяся теплота подсушивает копоть, и изолятор свечи очищается от копоти.

Постоянная работа с дополнительным искровым промежутком недопустима, так как изоляция вторичной обмотки находится в этом случае под перенапряжением и может быть пробита. При этом повышается также износ электродов свечи и усиливаются помехи радиоприему и телевидению.

§ 32. Устройство аппаратов батарейного зажигания. Прерыватель. В аппарате батарейного зажигания прерыватель и распределитель тока высокого напряжения представляют один агрегат. Вал прерывателя и распределителя получает привод от газораспределительного вала (автомобили ГАЗ-АА, ГАЗ-ММ, ГАЗ-М1, ГАЗ-69, ГАЗ-51, ГАЗ-63, ГАЗ-М20, ЗИС-150, ЗИС-110 и «Москвич»), или от вала привода водяного насоса (автомобили ЗИС-5, Урал ЗИС и ЯГ), или от вала генератора (автомобиль ЗИС-101).

Вал прерывателя-распределителя во всех четырехтактных двигателях вращается со скоростью газораспределительного вала, т. е. в два раза медленнее коленчатого вала. В связи с этим кулачковая шайба при одинарном прерывателе снабжается числом граней, равным числу цилиндров двигателя.

В прерывателе современных автомобилей имеется один рычажок, изготовленный из текстолита (рис. 44). На нем закреплены пружина и контакт из вольфрама. Контакт рычажка установлен изолированно от «массы» и может соединиться с ней при соприкосновении с неподвижным контактом, который также изготовлен из вольфрама.

Применение вольфрама вызвано его тугоплавкостью*, большой механической прочностью и малой склонностью переноситься в искровом разряде. Эти качества дают большую устойчивость работы прерывателя.

Ранее указывалось, что конденсатор в аппарате зажигания должен иметь предельно малую емкость и искрение между контактами полностью не устраняется. Искрение вызывает окисление контактов; кроме того, под действием тока частицы металла переносятся в направлении действия тока (с анода на катод), т. е. если рычажок соединен с зажимом — источника, а с «массой» соединен зажим + источника, то на контакте рычажка образуется нарост, а на втором контакте углубление, называемое кратером. Окисле-

* Температура плавления вольфрамовых контактов 3370°.

ние вольфрамовых контактов нарушает исправную работу прерывателя, так как окислы вольфрама очень плохо проводят ток. Поэтому поверхность контактов требует периодической очистки.

Для четкой работы аппарата зажигания, особенно при большом числе оборотов двигателя, прерыватель должен обеспечивать восстановление тока в первичной обмотке индукционной катушки. В связи с этим необходимо особенно тщательно регулировать величину подъема рычажка, т. е. зазор между контактами. Для регулировки зазора контакт, соединенный с «массой», может перемещаться эксцентриком, после чего установленное положение контакта закрепляется винтом. Для большинства автомобилей величина зазора должна быть в пределах 0,35—0,45 мм.

В целях обеспечения четкой работы прерывателя сила нажатия подвижного контакта на неподвижный при текстолитовом рычажке должна быть 400—600 г.

Автоматы, регулирующие момент зажигания. На автомобилях ГАЗ-АА изменение угла опережения зажигания осуществляет водитель с помощью рычага, установленного слева на рулевой колонке. Воздействуя рукою, водитель может увеличить или уменьшить угол опережения. При повороте рычага вниз прерыватель поворачивается в корпусе навстречу вращению кулачковой шайбы на угол 20°, что соответствует по коленчатому валу 40°.

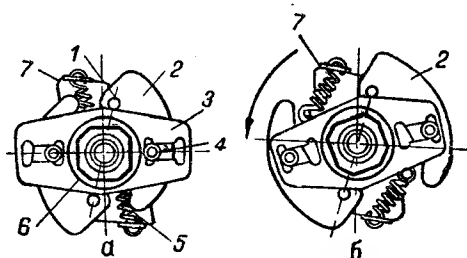


Рис. 50. Центробежный регулятор момента зажигания смеси.

Изменение угла опережения зажигания водителем во время движения автомобиля в современных конструкциях исключено. Опытный водитель умело пользовался перестановкой угла опережения, но не мог быстро реагировать на изменения нагрузки. На современных автомобилях изменение угла опережения зажигания производят два автомата: центробежный и вакуумный. Центробежные регуляторы угла опережения зажигания применены были на автомобилях ЗИС-5, ЗИС-8, ЯГ, ЗИС-101 и ГАЗ-М1.

Устройство центробежного регулятора угла опережения зажигания и принцип действия следующие (рис. 50). На валу привода находится фигурный флянец 7. На нем имеются три оси: две 1 для грузиков 2, удаленные от центра, и одна в центре для кулачковой шайбы. Грузики 2 имеют по одной шпильке 4 с роликом, которые входят в соответствующие прорези флянца 3. На флянце жестко укреплен кулачковая шайба 6, а сам флянец свободно установлен на центральной оси.

При увеличении числа оборотов коленчатого вала центробежная сила стремится откинуть от центра грузики, преодолевая силу упругости пружин.

Перемещение грузиков с помощью шпилек и роликов вызовет поворот флянца с кулачковой шайбой. Если грузики расходятся,

то флянец будет поворачиваться в направлении вращения вала привода. Поворот флянца, а следовательно, и кулачковой шайбы приблизит грань ее к рычажку прерывателя, и размыкание контактов произойдет раньше, т. е. угол опережения зажигания увеличится (положение б).

Ранее указывалось, что при увеличении числа оборотов коленчатого вала угол опережения зажигания следует увеличивать; эту роль и выполняет центробежный регулятор угла опережения зажигания. В случае уменьшения числа оборотов вала центробежная сила уменьшится, пружины приблизят грузики к центру, флянец повернет кулачковую шайбу против вращения, и угол опережения зажигания уменьшится.

Рассмотренный автомат изменяет угол опережения зажигания только в зависимости от числа оборотов коленчатого вала.

Известно, что число оборотов зависит не только от положения дроссельной заслонки, но также и от величины нагрузки на двигатель. При большой нагрузке можно путем открытия дроссельной заслонки сохранить прежнее число оборотов вала; следовательно, центробежный автомат сохранит прежний угол опережения зажигания. Однако под нагрузкой такое опережение неминуемо вызовет детонационные стуки. Это объясняется тем, что при большом открытии дроссельной заслонки наполнение цилиндров смесью будет больше. Давление в конце такта сжатия увеличится. Смесью будет быстрее сгорать, и угол опережения необходимо уменьшить.

На автомобиле ЗИС-5 водитель мог, сидя за рулем, устранить стуки, пользуясь ручной манеткой опережения. На рис. 51 изображен прерыватель-распределитель автомобиля ЗИС-5. Он снабжен центробежным автоматом, регулирующим угол опережения по

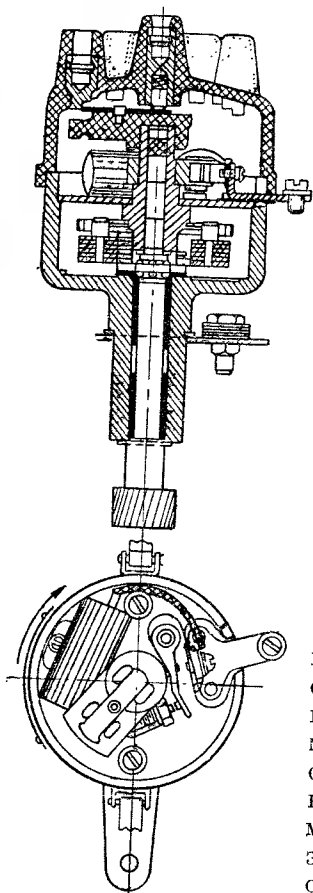


Рис. 51. Прерыватель-распределитель двигателя автомобиля ЗИС-5.

кулачку на $10-11^\circ$, или по коленчатому валу на $20-22^\circ$, и по-
водком для перестановки от руки на угол 6° по прерывателю, или
 12° по коленчатому валу.

Для того чтобы автоматизировать изменение угла опережения при постоянном числе оборотов и переменной нагрузке, все новые

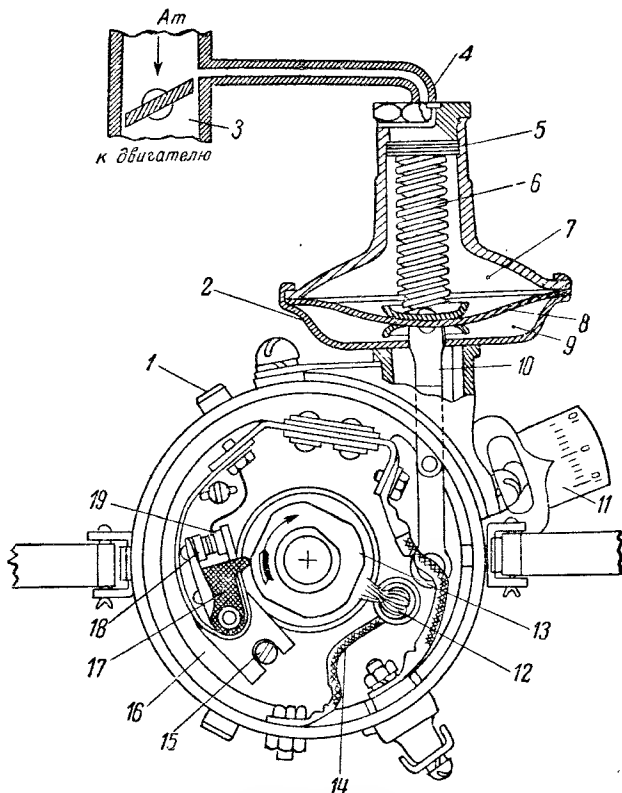


Рис. 52. Прерыватель-распределитель двигателя автомобиля ГАЗ-М20.

модели автомобилей, кроме «Москвича», снабжаются вакуумным регулятором угла опережения зажигания.

Таким образом, центробежные автоматы реагируют на изменение числа оборотов коленчатого вала, а вакуумные — на изменение нагрузки.

На рис. 52 изображен прерыватель, снабженный, помимо центрального автомата, и вакуумным. Устройство его следующее. Рычажок 17 и неподвижный контакт 19 расположены на диске 16, который установлен на шарикоподшипнике в корпусе прерывателя и может поворачиваться на некоторый угол относительно центра

вращения кулачковой шайбы 13. Диск получает привод с помощью тяги 10 от вакуум-регулятора. Вакуум-регулятор имеет диафрагму 8, завальцованную в корпус 2. В центре диафрагмы укреплен тяга 10. Под действием пружины 6 диафрагма выгибается. Упругость пружины подгоняется на заводе с помощью регулировочных прокладок 5 для получения необходимой характеристики работы вакуумного регулятора. Полость 9 вакуум-регулятора имеет сообщение с атмосферным воздухом, а полость 7 через трубку разрежения 4 соединена со смесительной камерой карбюратора 3.

При работе двигателя в зависимости от нагрузки и числа оборотов мы изменяем положение дроссельной заслонки, вследствие чего изменяется величина разрежения в смесительной камере. Если дроссельная заслонка почти закрыта, разрежение в трубке 4 и в полости 7 отсутствует, и прерыватель будет сдвинут пружиной в сторону вращения кулачковой шайбы. Это положение прерывателя соответствует позднему зажиганию. При небольшом открытии дроссельной заслонки разрежение в трубке резко увеличится и передастся в полость 7. Под действием разности давления в полостях 7 и 9 диафрагма переместится, преодолевая упругость пружины, и прерыватель повернется навстречу вращению кулачковой шайбы. Вакуум-регулятор даст наибольшее опережение.

При больших нагрузках дроссельную заслонку открывают больше, и разрежение в трубке уменьшается. Оно становится меньше и в полости 7, в связи с чем пружина сдвигает прерыватель в сторону вращения кулачковой шайбы. Опережение зажигания уменьшится, и суммарный угол его будет ближе к углу, даваемому центробежным автоматом.

Характеристика работы вакуумного автомата зависит не только от размера диафрагмы и упругости пружины, но и от расположения отверстия, соединяющего смесительную камеру с полостью 7.

Иногда ошибочно вакуум-регулятор называют вакуум-корректором. Они по конструкции очень похожи, но пружина в вакуум-корректорах при отсутствии разрежения сдвигает прерыватель в положение полного опережения, а не позднего зажигания. На автомобилях отечественного производства вакуум-корректор как самостоятельный прибор не устанавливается (встречались у ГАЗ-М1). Он уменьшает угол опережения зажигания при холостом ходе двигателя, что необходимо для устойчивой работы при минимальном числе оборотов вала.

Вакуум-регуляторы, установленные на автомобилях ГАЗ новых моделей, соединены трубкой разрежения с приемным отверстием, которое расположено ближе к воздушному фильтру, а не к цилиндру двигателя. При холостом ходе и малом числе оборотов вала опережение вакуум-регулятором не дается, благодаря чему двигатель устойчиво работает. При переходе от малого числа оборотов коленчатого вала к среднему центробежный автомат запаздывает

в увеличении опережения зажигания, а вакуумный реагирует быстрее, резко прибавляет опережение, вследствие чего вал двигателя быстрее набирает скорость.

В прерывателе-распределителе Р-23 автомобиля ГАЗ-М20 и ГАЗ-69 (рис. 52) диск прерывателя установлен на шарикоподшипнике и для надежного контакта с «массой» имеется провод 14. Он предупреждает (почти полностью) попадание тока в шарикоподшипник и устраняет возможность его коррозии, вызываемой искрением между шариками и обоймами.

В центробежном регуляторе применяются две пружины, навитые из проволоки разного диаметра и имеющие разную упругость. Пружина большой упругости надета на штифты без предварительного натяга (с зазором) и при увеличении числа оборотов сначала вступает в работу менее упругая, а затем обе пружины.

Для смазки кулачковой шайбы установлена войлочная подушка 12.

Вентиляционные отверстия снабжены фильтрами 1 (из сетки). Через эти фильтры удаляются пары кислот, которые образуются из воздуха под действием искрового разряда.

В прерывателе-распределителе Р-23 применяется октан-селектор, или октан-корректор 11. Октан-корректор позволяет изменять опережение зажигания в пределах $\pm 12^\circ$ по коленчатому валу в зависимости от сорта применяемого топлива, т. е. от его октанового числа.

Прерыватели-распределители различных типов имеют октан-корректор различного устройства: либо он состоит из указателя, укрепленного на диске прерывателя (ГАЗ-М1), либо из одной пластины, укрепленной на корпусе прерывателя-распределителя (ЗИС-120), либо двух пластин, одна из которых укрепляется на блоке двигателя, а вторая на корпусе прерывателя-распределителя (ГАЗ-51 и ГАЗ-М20 до 1947 г.), либо из трех пластин, две из которых имеют то же назначение, что и в предыдущем типе, и одна для скрепления первых двух (выпускаются с 1947 г.).

Октан-корректор (рис. 53) состоит из трех пластин 1, 2 и 3, установленных на корпусе прерывателя-распределителя. Пластина 3 закреплена болтом к корпусу прерывателя, а пластина 1 закреплена болтом на блоке двигателя. Пластина 2 установлена между пластинами 1 и 3 и винтом 4 может быть скреплена с пластиной 3. Нижний конец пластины 1 имеет форму уголка, в одной из полок которого имеется отверстие для винта 7, скрепленного шарниром 9 с пластиной 2. Для корректирования момента зажигания октан-корректором необходимо винтом 4 освободить связь пластин 2 и 3, а затем, отвертывая гайку 6 и завертывая гайку 8, пластину 2 перемещают относительно пластины 1 и поворачивают корпус прерывателя-распределителя.

Если вал распределителя вращается по направлению стрелки часов и мы переместим стрелку октан-корректора вправо, то

корпус распределителя сместится в сторону вращения вала, и зажигание будет позднее. При перемещении корпуса против вращения грань кулачковой шайбы раньше коснется выступа рычажка прерывателя, и угол опережения зажигания увеличится.

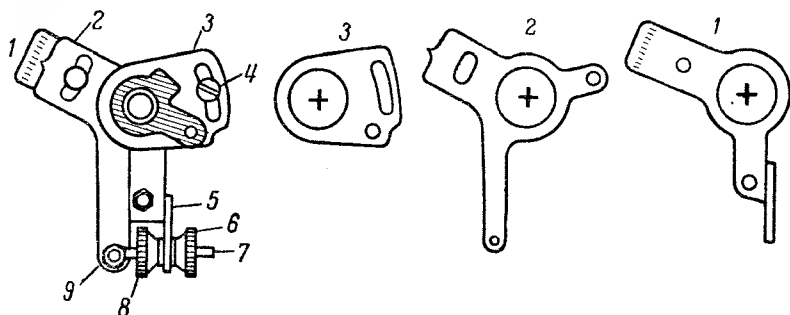


Рис. 53. Октан-корректор.

Шкала октан-корректора имеет шесть делений влево и шесть делений вправо от нуля. Каждое деление соответствует 1° поворота корпуса распределителя, что соответствует 2° по коленчатому валу. На автомобилях ГАЗ-51, выпущенных до 1947 г., шкала октан-корректора имеет 5 делений, что соответствует 10° по коленчатому валу. Пользование октан-корректором будет объяснено при описании установок момента зажигания на двигателе.

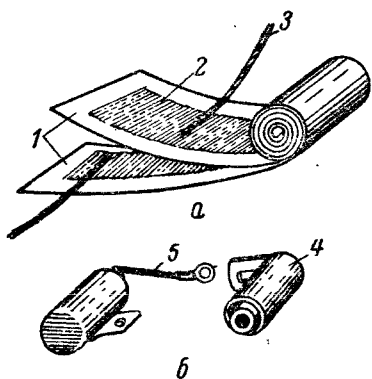


Рис. 54. Конденсатор.

а — в частично развернутом виде, б — в собранном виде.

Конденсатор. Для аппаратов батарейного зажигания применяются конденсаторы цилиндрического типа и изготавливаются из алюминиевой или оловянной фольги (рис. 54). Изолирующей прокладкой (диэлектриком) является специальная бумага 1 с парафиновой пропиткой.

Конструктивно конденсатор очень прост: две ленты фольги 2 шириной 35 мм и длиной 2 000 мм

покрываются бумажными лентами шириной 40 мм и длиной 2 100 мм и свертываются в виде рулона. Ширина бумажных полос больше ширины металлических, благодаря чему металлические ленты оказываются изолированными одна от другой. Эти ленты являются обкладками конденсатора.

От каждой обкладки делается вывод гибким проводником 3. Изготовленный рулон помещают в вакуум-камеру для удаления

воздуха из пространства между обкладками. После чего, не удаляя из вакуума, рулон погружают в расплавленный парафин. В настоящее время применяют бумагу, покрытую с одной стороны распыленным металлом, слой которого является обкладкой. Свернутые в рулон две полосы из такой бумаги пропитывают маслом в вакууме.

Для защиты от внешних влияний и удобства монтажа на аппарате зажигания конденсатор помещается в металлическую гильзу 4 (рис. 54, б). Один выводной проводник обкладки соединяют с гильзой для дальнейшего соединения с «массой», а другой проводник обкладки выводится (изолированно от «массы») или в виде гибкого проводника, заключенного в экзельспоровую трубку 5, или в виде зажима с резьбой. Изолированный вывод конденсатора соединяется с рычажком прерывателя.

Емкость конденсаторов, применяемых на автомобилях, приведена в табл. 3 и там же приведены характеристики прерывателей-распределителей, выпускаемых заводом АТЭ-2.

По техническим условиям заводов-изготовителей конденсатор должен при 20° иметь сопротивление изоляции (на постоянном токе) не ниже 50 млн. ом и выдерживать напряжение переменного тока 600 в в течение 1 минуты.

Токораспределитель. В двигателях с двумя и более цилиндрами применяется рас-

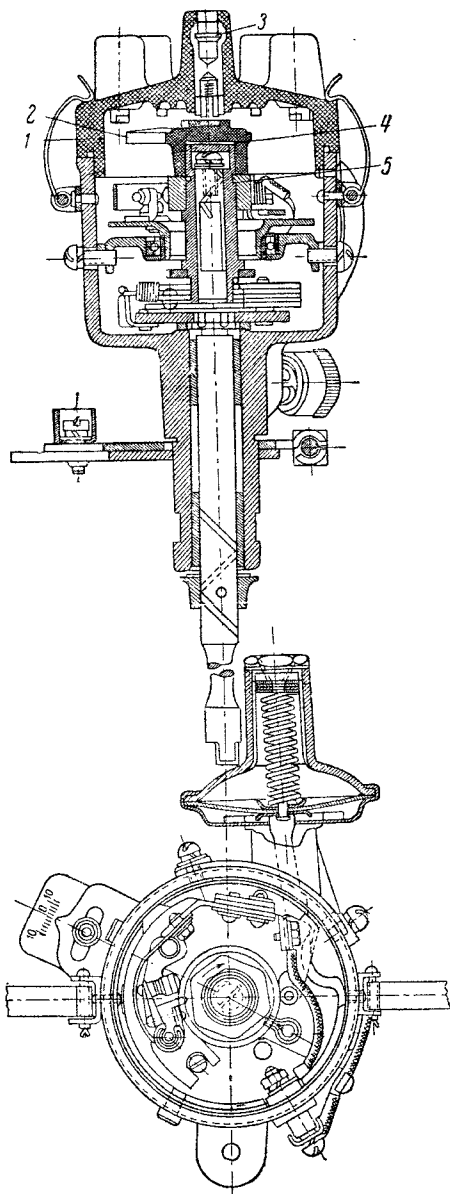


Рис. 55. Прерыватель-распределитель типа Р-20 двигателя автомобиля ГАЗ-51.

Характеристика

Установлен на автомобиле	Тип распределителя	Количество цилиндров	Направление вращения со стороны крышки	Зазор между контактами прерывателя (мм)	Отклонение от требуемых моментов искрообразования	Угол замкнутого состояния контактов	Максимальное число оборотов бесшребинного искрообразования при 7 мм
ЗИС-5	P-16	6	Правое	$0,4 \pm 0,05$	$\pm 1^\circ$	$36-38^\circ$	1300
ГАЗ-51, ЗИМ и ГАЗ-63	P-20	6	Правое	$0,4 \pm 0,05$	$\pm 1^\circ$	$38-40^\circ$	1900
ЗИС-150, ЗИС-151 и ЗИС-155	P-21	6	Правое	$0,4 \pm 0,05$	$\pm 1^\circ$	$38-42^\circ$	1500
ЗИС-110	P-22	8	Левое	$0,4 \pm 0,05$	$\pm 1^\circ$	$28-32^\circ$	1900
«Победа» и ГАЗ-69	P-23	4	Правое	$0,4 \pm 0,05$	$\pm 1^\circ$	$44-46^\circ$	1900
«Москвич»	P-28	4	Левое	$0,4 \pm 0,05$	$\pm 1^\circ$	$46-48^\circ$	1900
«Победа»*	P-23	4	Правое	$0,4 \pm 0,05$	$\pm 1^\circ$	$44-46^\circ$	1900

* Прерыватель-распределитель устанавливался на автомобилях, до 1947 г.

Т а б л и ц а 3

прерывателей-распределителей

Характеристика центробежного автомата градусы ($\frac{\text{об/мин кулачковой шайбы}}{\text{градусы}}$)	Характеристика вакуумного регулятора градусы ($\frac{\text{разрежение в мм ртутного столба}}{\text{градусы}}$)	Емкость конденсатора в микрофарадах
$\frac{1^\circ}{150-400}$, $\frac{9^\circ}{750-1000}$ — — —	— — — —	0,17—0,25
$\frac{0-2^\circ}{300}$, $\frac{1-4^\circ}{400}$, $\frac{3,5-5,5^\circ}{600}$, $\frac{6-8^\circ}{1000}$, $\frac{9-11^\circ}{1400}$, $\frac{11-13^\circ}{1700}$	$\frac{1-4,5^\circ}{160}$, $\frac{5,5-9^\circ}{240}$, $\frac{9-12^\circ}{300}$, $\frac{10-12^\circ}{400}$	0,17—0,25
$\frac{0-2^\circ}{200}$, $\frac{4-6^\circ}{500}$, $\frac{8-10^\circ}{900}$, $\frac{8-10^\circ}{1500}$ — —	$\frac{0-2^\circ}{100}$, $\frac{3-5^\circ}{230}$, $\frac{7-9^\circ}{400}$ —	0,17—0,25
$\frac{0-3^\circ}{200-400}$, $\frac{5,5-7,5^\circ}{800}$, $\frac{9-11^\circ}{1500}$, $\frac{10,5-11,5^\circ}{1900}$ — —	$\frac{0-2^\circ}{180-220}$, $\frac{2-4^\circ}{300}$, $\frac{5,5-6^\circ}{420}$ —	0,22—0,28
$\frac{0-2^\circ}{300}$, $\frac{2-4^\circ}{400}$, $\frac{3,5-5,5^\circ}{600}$, $\frac{6-8^\circ}{1000}$, $\frac{9-11^\circ}{1400}$, $\frac{11-13^\circ}{1900}$	$\frac{1-4,5^\circ}{160}$, $\frac{5,5-9^\circ}{240}$, $\frac{9-12^\circ}{300}$, $\frac{10-12^\circ}{400}$	0,17—0,25
$\frac{0-3^\circ}{400}$, $\frac{3,5-5,5^\circ}{900}$, $\frac{10-12^\circ}{1600}$ — —	— — — —	0,17—0,25
$\frac{0-2^\circ}{300}$, $\frac{2-4^\circ}{400}$, $\frac{4,5-6,5^\circ}{1000}$, $\frac{7-9^\circ}{1600}$, $\frac{7-9^\circ}{1900}$	$\frac{0-2^\circ}{100}$, $\frac{3-5^\circ}{230}$, $\frac{5-7^\circ}{320}$	0,17—0,25

пределитель тока высокого напряжения. В двухцилиндровых двигателях, имеющих специальную индукционную катушку (например, мотоцикл ПМЗ) или две катушки, распределитель тока не применяется.

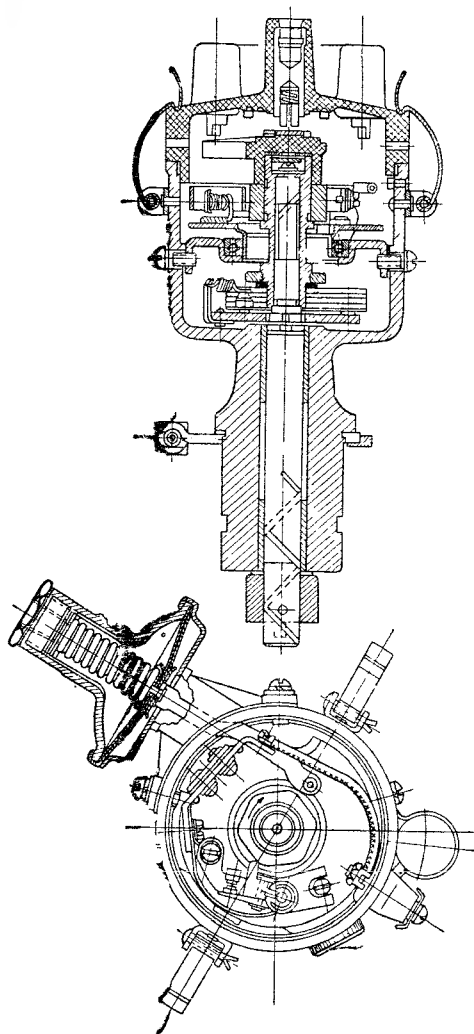


Рис. 56. Прерыватель-распределитель тип Р-21 двигателя ЗИС-120.

Распределитель (рис. 55) служит для распределения тока по запальным свечам в зависимости от порядка работы цилиндров двигателя и состоит из двух основных деталей — неподвижной крышки (статора) 1 и вращающегося электрода (ротора) 2. Крышку изготовляют из изолирующего материала, бакелита или карболита, с числом электродов, расположенных по окружности, равным числу цилиндров двигателя. В центре крышки расположен электрод 3, соединяемый с индукционной катушкой. Вращающийся электрод изолирован от «массы», укреплен на бакелитовом основании 4 и устанавливается на кулачковой шайбе 5 в определенном положении.

Электрическая связь вращающегося электрода с центральным электродом крышки осуществляется угольно-графитовой щеткой. Электрическая связь вращающегося электрода с электродами, расположенными по окружности,

происходит через искровой промежуток 0,3—0,8 мм. Такие распределители тока получили название распределителей искрового типа.

Наличие воздушного промежутка между неподвижными и вращающимися электродами предупреждает преждевременное

появление тока во вторичной цепи и является своего рода дополнительным искровым промежутком (ДИП). Но его величина очень мала, и пробой промежутка происходит до того, как э. д. с. вторичной обмотки достигнет наибольшей величины, в связи с чем эффективность его при закопченных свечах очень мала.

Искровой разряд в токораспределителе выделяет из воздуха пары азотной и азотистой кислот, вызывающие коррозию металлических деталей распре-

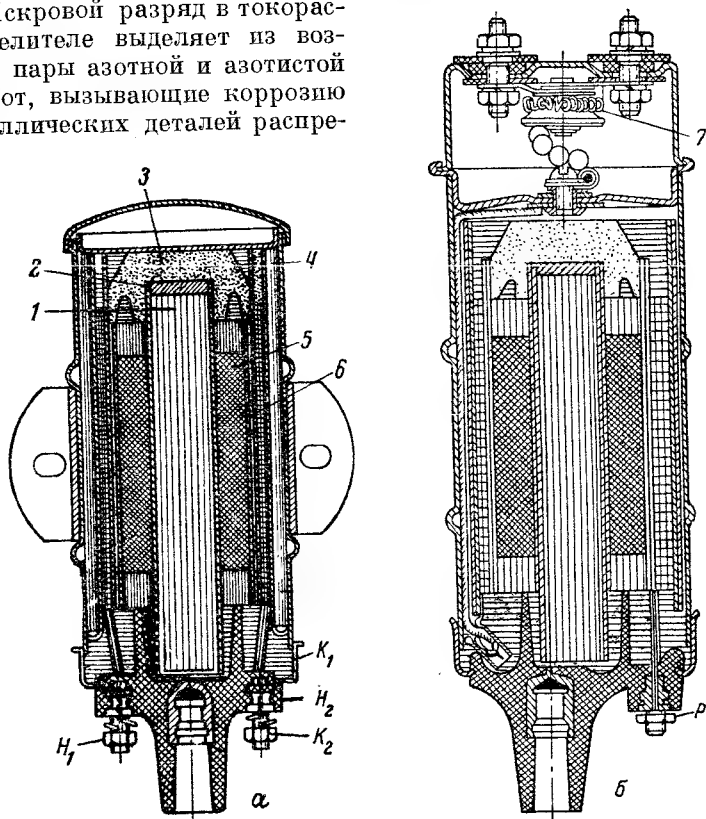


Рис. 57. Индукционные катушки системы батарейного зажигания.

а — тип ИГ, б — тип Б-21.

делителя, прерывателя и автоматов угла опережения зажигания. Для предупреждения этого нежелательного явления детали имеют антикоррозийное покрытие, а в корпусе прерывателя-распределителя или в крышке делаются вентиляционные отверстия.

Изображенный на рис. 55 прерыватель-распределитель Р-20 автомобилей ГАЗ-51, ГАЗ-63 устанавливался до 1947 г. Он отличается от выпускаемых в настоящее время устройством октан-корректора. На рис. 56 изображен прерыватель-распределитель Р-21, устанавливаемый на автомобилях ЗИС-150, ЗИС-151 и ЗИС-155.

Индукционная катушка (рис. 57). Магнитная цепь индукционной катушки состоит из стального сердечника 1 и двух составных стальных гильз 4. Для уменьшения вихревых токов сердечник 1 собран из 34—35 пластинок трансформаторной стали толщиной 0,4 мм, шириной 10 мм и длиной 95 мм.

Поверхность пластинок имеет тонкий слой окалины, которая представляет большое электрическое сопротивление и не требует применения изолирующих покрытий. Собранный сердечник заключен в трубку 2 из кабельной бумаги. Обмотка произведена на цилиндрическую трубку, изготовленную из плотного картона (прессшпана). Сначала намотана вторичная обмотка 5 эмалированной и лакированной проволокой диаметром 0,06—0,1 мм. Первые три слоя намотаны не виток к витку, а «вразгонку», т. е. с интервалом между витками в 1—1,5 мм, и имеют усиленную изоляцию. То же сделано и с последними слоями намотки. Такое расположение витков и усиление изоляции вызваны необходимостью защиты от пробоя в случае чрезмерной величины вторичной э. д. с., которая может получиться при большом дополнительном промежутке (ДИП), при чрезмерной величине междуэлектродного промежутка в свече или при обрыве проводов высокого напряжения.

Вторичная обмотка имеет от 11 000 до 23 000 витков в зависимости от типа индукционной катушки. По окончании намотки вторичную обмотку покрывают в несколько слоев кабельной бумагой, вставляют фарфоровую чашку 3 и подвергают пропитке в вакууме смесью парафина с канифолью.

Индукционные катушки, работающие в тяжелых условиях по тепловому режиму и на автомобилях, где требуется повышенная надежность, пропитывают не парафином с канифолью, а маслом при глубоком вакууме. После этого наматывают в том же направлении первичную обмотку 6 проводом 0,5—0,8 мм с числом витков от 230 до 330 в зависимости от типа катушки. Расположение первичной обмотки поверх вторичной улучшает отдачу тепла первичной обмоткой окружающему воздуху.

Поверх первичной обмотки помещают пластины из мягкой стали и после установки в корпус внутреннюю полость катушки заливают рубраксом с температурой плавления 145—160°.

На индукционной катушке Б-18 * над верхним доннышком устанавливается карболитовое основание с тремя зажимами и желобком, в который укладывается спираль, изготовленная из константановой проволоки. Константан обладает очень малым температурным коэффициентом, т. е. при изменении температуры проволоки ее сопротивление увеличивается незначительно. Таким образом, эта спираль не может быть названа переменным сопротив-

* В настоящее время индукционные катушки Б-18 не устанавливаются.

лением (вариатором) и является добавочным постоянным сопротивлением. Величина сопротивления равна 1,12 ом.

На индукционной катушке Б-21 (рис. 57, б) над верхним донным помещается металлическая крышка, в которой на фарфоровом основании расположена стальная спираль — вариатор 7. Его сопротивление 1,25 ом при 20°. На крышке выведены два зажима с маркировкой Вк и $\frac{Вк}{Б}$.

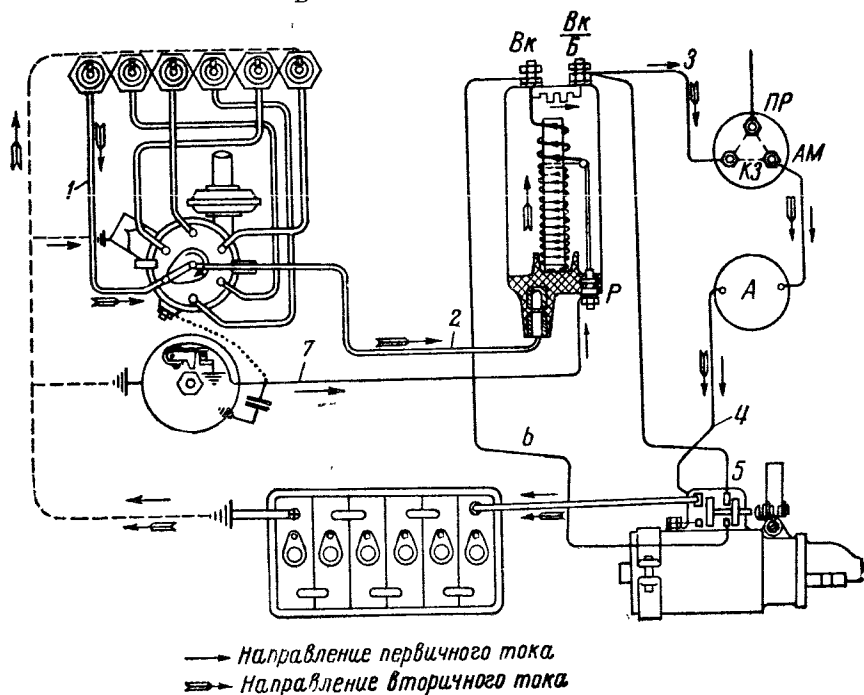


Рис. 58. Схема системы зажигания автомобиля ГАЗ-51.

Из приведенной на рис. 58 схемы видим, что обмотки имеют не только магнитную, но и электрическую связь. Они намотаны в одном направлении и вторичная э. д. с. суммируется с э. д. с. самоиндукции первичной обмотки, возникающей в момент прерывания тока. Такое соединение обмотки называется автотрансформаторным.

Ранее выпускавшиеся катушки типа ИГ имели иное соединение обмоток. В них конец вторичной обмотки соединялся с концом первичной, и вторичная э. д. с. не суммировалась с э. д. с. самоиндукции первичной обмотки. Такое соединение обмоток относится к обычному трансформаторному типу.

При включении индукционной катушки часто не придают значения тому, к какому зажиму присоединен прерыватель,

и практически незаметна разница в работе двигателя при том или ином включении. Однако следует иметь в виду, что от этого зависит направление вторичного тока. На направление тока оказывает влияние и соединение аккумуляторной батареи, т. е. $+$ соединен с «массой» или $-$.

В том случае, когда зажим P соединен с прерывателем и зажим $+$ батареи соединен с «массой» (рис. 58), первичный ток направлен от зажима $+$ аккумуляторной батареи по «массе» в неподвижный контакт прерывателя, его рычажок, по проводу 7 и зажим P , первичную обмотку, вариатор, зажим $\frac{B_K}{B}$, провод 3, зажим $K3$ выключателя зажигания, амперметр и по проводу 4 к зажиму — аккумуляторной батареи (стрелки $\rightarrow$).

В момент прерывания первичной цепи индуктированная э. д. с. вторичной обмотки создает ток высокого напряжения, направленный из вторичной обмотки в первичную, вариатор, провод 3, выключатель зажигания, амперметр, провод 4, зажим-аккумуляторной батареи, батарею, «массу», запальную свечу, провод 1 высокого напряжения, распределитель и по проводу 2 во вторичную обмотку.

Как видно из приведенной схемы зажигания автомобиля ГАЗ-51, в запальной свече ток направлен от «массы» к центральному электроду. Испытания показали, что при таком направлении тока разряд получается при меньшем пробивном напряжении, и срок службы электродов свечи удлинится, так как центральный электрод меньше разрушается под действием электрического разряда.

Для надежности пуска двигателя при пользовании стартером, вариатор замыкается накоротко контактами 5 стартерного выключателя. При пуске двигателя стартер потребляет ток большой величины, и напряжение на зажимах батареи снижается с 12 до 9—10 в. В этом случае сопротивление вариатора, включенное последовательно в первичную обмотку, является нежелательным, так как снижается интенсивность искры и при включенном стартере оно блокируется.

В табл. 4 приведены обмоточные данные индукционных катушек, показывающие, с каким прерывателем-распределителем должна работать данная индукционная катушка и на каком автомобиле, а также контрольные данные для проверки комплекта, состоящего из индукционной катушки и прерывателя-распределителя. Испытание индукционной катушки проводят на стандартном трехэлектродном искровом разряднике.

§ 33. Факельный подогреватель. Пуск дизельных двигателей при низких температурах затруднен и для облегчения пуска применяется подогрев воздуха, поступающего в цилиндры двигателя.

На автомобильных двигателях ЯАЗ-204 и на тракторах С-80 первых выпусков применяется подогрев воздуха факелом (т. е.

Таблица 4

Характеристика индукционных катушек

Показатели	ИГ-4085	ЦФ-4085	Б-15	Б-17*	Б-21**	Б-28
На каком автомобиле устанавливается	ГАЗ-А, ГАЗ-АА, ЗИС-5, КИМ-10, ЯГ-6	ЗИС-8, ЗИС-16	ЗИС-110	ЯАЗ-200	ГАЗ-69, ГАЗ-М20, ГАЗ-51, ГАЗ-63, ЗИС-150, ЗИС-151	«Москвич»
С каким распределителем работает...	ЯГ-6 ИГФ-4003 ИМ-91 ИГЦ-4221 РМ-4867 Р-15 и Р-16	ИГЦ-4221 Р-16	Р-22	—	Р-23 Р-20 Р-21	Р-28
Номинальное напряжение в схеме (в) ...	250 ± 5	12 400	12 235 ± 1	12 246 ± 1	12 330	6 235 ± 1
Число витков первичной обмотки ...	0,8 ± 0,015	0,51 ± 0,015	0,8 ± 0,015	0,69 ± 0,015	0,72 ± 0,015	0,8 ± 0,015
Диаметр провода первичной обмотки по меди (мм) ...	1,20	4,20	1,125	0,665	1,954	4,125
Расчетное сопротивление первичной обмотки (ом) ...	16000 ± 500	16000 ± 500	23000 ± 200	11000 ± 500	1900 ± 500	23000 ± 200
Число витков вторичной обмотки ...	0,10 ± 0,005	0,10 — 0,005	0,07 ± 0,003	0,07 ± 0,005	0,10 ± 0,005	0,07 ± 0,003
Диаметр провода вторичной обмотки по меди (мм) ...	3500	3500	9400	2400	3800	9400
Расчетное сопротивление вторичной обмотки (см) ...	ПЭЛ-1	ПЭЛ-1	ПЭЛ-1	ПЭЛ-1	ПЭЛ-1	ПЭЛ-1
Марка провода первичной и вторичной обмоток ...						

* Катушка снабжена электромагнитным прерывателем, производящим до 400 прерываний в секунду.

** Катушка снабжена вариатором из стальной проволоки диаметром 0,4 мм. Сопротивление вариатора 1,25—1,4 ом.

воздух подогревается пламенем). Для создания факела используется керосин, который подводится ручным насосом через форсунку в воздушную камеру, а зажигание распыленного топлива производится электрическим искровым разрядом.

На двигателе ЯАЗ-204 и ЯАЗ-206 факельный подогреватель (рис. 59, а) состоит из форсунки 1, соединенной трубкой 3 с ручным насосом, индукционной катушки 2 (Б-17) с электромагнитным прерывателем (зуммером), изолятора с центральным электродом 4 и электрода 5, соединенного с «массой».

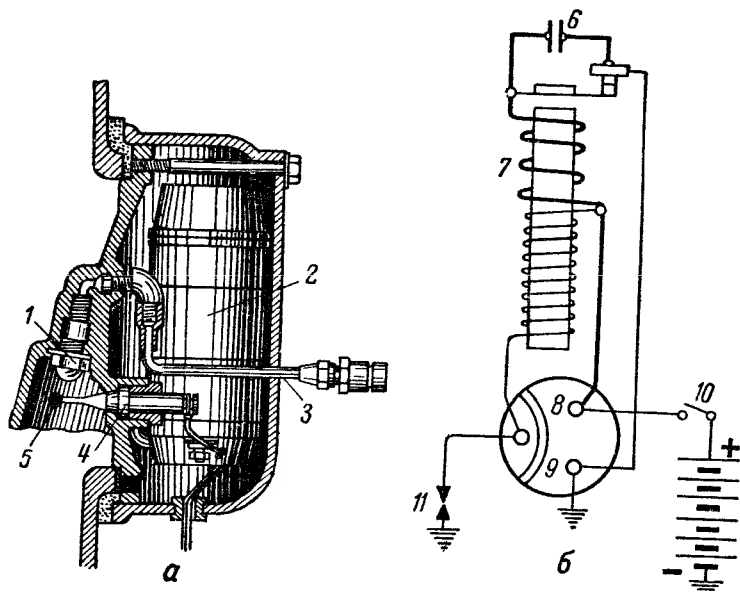


Рис. 59. Электрофакельный подогреватель воздуха.

а — вид подогревателя, б — электрическая схема.

При проворачивании коленчатого вала стартером включается питание индукционной катушки (рис. 59, б), и ток поступает от аккумуляторной батареи через выключатель 10 в зажим 8, через первичную обмотку 7 в зажим 9 и через «массу» в зажим — аккумуляторной батареи. Под действием тока первичной обмотки сердечник притянет вибратор, и ток прервется.

Сокращающееся магнитное поле пересечет вторичную обмотку и вызовет в ней индуктированную э. д. с. Напряжение на разрядке 11 повысится, и появится искровой разряд. Однако уменьшение магнитного поля сердечника позволит вновь замкнуться контактам вибратора, и весь процесс будет повторяться с большой частотой (около 400 раз в секунду). Параллельно контактам электромагнитного прерывателя включается конденсатор 6.

Таким образом, между электродами 4 и 5 свечи подогревателя будет искровой разряд; если в это время насосом подавать топливо, то около форсунки образуется горящий факел, который будет подогревать поступающий воздух в цилиндры двигателя.

На тракторах С-80 первого выпуска также применялся электрофакельный подогрев воздуха; но так как на тракторе С-80 аккумуляторной батареи нет, то вместо индукционной катушки высокое напряжение подводилось к свече подогревателя от двух свободных зажимов распределителя магнето пускового двигателя. Магнето М-10 имеет на распределителе четыре зажима, а так как пусковой двигатель — двухцилиндровый, то два зажима объединены одним проводом, который подводит ток высокого напряжения к запальной свече факельного подогревателя, а два других зажима соединены с запальными свечами двигателя.

При работающем пусковом двигателе топливо подается к форсунке ручным насосом, и ток высокого напряжения от магнето воспламеняет смесь топлива с воздухом, которая горит в виде факела.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы схемы батарейного зажигания и их назначение.
2. Объясните кратко процесс получения высокого напряжения в аппарате батарейного типа.
3. Что происходит при замыкании контактов прерывателя в первичной цепи индукционной катушки?
4. Почему первичный ток в аппарате батарейного зажигания уменьшается при увеличении числа оборотов двигателя?
5. От чего зависит время замкнутого состояния контактов прерывателя?
6. Объясните устройство вариатора и его назначение.
7. Для чего в аппаратах зажигания применяется конденсатор?
8. Что произойдет в работе аппарата зажигания, если отключить конденсатор или заменить конденсатором очень малой емкости?
9. Какое влияние оказывает копоть, покрывающая изолятор свечи?
10. Для чего служит дополнительный искровой промежуток во вторичной цепи индукционной катушки?
11. Из какого металла делаются контакты прерывателя? Дайте характеристику этого металла.
12. Какие особенности имеет конструкция современных прерывателей завода АТЭ-2?
13. Объясните устройство центробежного регулятора угла опережения зажигания.
14. Объясните устройство и действие вакуумного регулятора опережения зажигания.
15. Чем объясняется необходимость иметь центробежный и вакуумный регуляторы опережения зажигания?
16. В чем различие вакуум-регулятора и вакуум-корректора?
17. Что такое октан-корректор и где он ставится?
18. Объясните устройство конденсатора.
19. Объясните назначение и устройство токораспределителя высокого напряжения.
20. Чем конструктивно отличается прерыватель-распределитель Р-23 от Р-20?

21. Объясните устройство индукционной катушки и перечислите материалы, из которых она изготовляется.

22. Объясните расположение обмоток в индукционной катушке Б-21 и соединение их.

23. Какая разница в назначении проволочных сопротивлений индукционных катушек Б-18 и Б-21?

24. Для чего на автомобиле ГАЗ-51 зажимы Вк и $\frac{Вк}{Б}$ соединяются с выключателем стартера?

25. Покажите по схеме направление вторичного тока и объясните, от чего зависит его направление?

26. Объясните устройство электрофакельного подогревателя воздуха.

ГЛАВА VIII

СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ ОТ МАГНЕТО ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

§ 34. Принцип работы и основные элементы магнето. В аппаратах батарейного зажигания индукционная катушка получает электроэнергию от постороннего источника — аккумуляторной батареи или генератора постоянного тока.

На тракторах сельскохозяйственного назначения аккумуляторная батарея отсутствует, и генератор мог бы питать систему зажигания только при достаточном числе оборотов коленчатого вала, следовательно, пуск двигателя от генератора неосуществим.

Получить высокое напряжение без постороннего источника можно в аппарате, совмещающем генератор и индукционную катушку. Такой аппарат получил название магнето высокого напряжения. Магнето высокого напряжения состоит из постоянного магнита, индукционной катушки, механического прерывателя, конденсатора и распределителя тока высокого напряжения.

Весь процесс получения высокого напряжения в магнето протекает так. В сердечнике индукционной катушки изменяется величина магнитного потока, создаваемого постоянным магнитом, и поэтому в первичной и вторичной обмотках возбуждается э. д. с. В первичной обмотке э. д. с. достигает 15 в, во вторичной свыше 1000 в при 3000 об/мин. Если замкнуть первичную обмотку, то появится первичный ток, а следовательно, и свое (якорное) магнитное поле.

Как только первичный ток достигнет наибольшей величины, механический прерыватель размыкает первичную цепь, и якорное поле, быстро исчезая, позволяет потоку магнита восстановиться в сердечнике. Происходит пересечение вторичной и первичной обмоток магнитным полем. При этом во вторичной обмотке индуцируется э. д. с., примерно 20 000—25 000 в, а в первичной обмотке появляется э. д. с. самоиндукции 200—400 в.

В магнето, как и при батарейном зажигании, в целях быстрого прерывания первичного тока параллельно контактам прерывателя включен конденсатор.

Конструкции магнето встречаются различные: в магнето с неподвижной индукционной катушкой вращается магнит или специальный магнитный коммутатор. В магнето с вращающейся индукционной катушкой магниты неподвижны.

Основные типы магнето, выпускаемые в Советском Союзе, имеют вращающийся магнит и неподвижную индукционную катушку. Этот тип, являясь современным, обладает большими

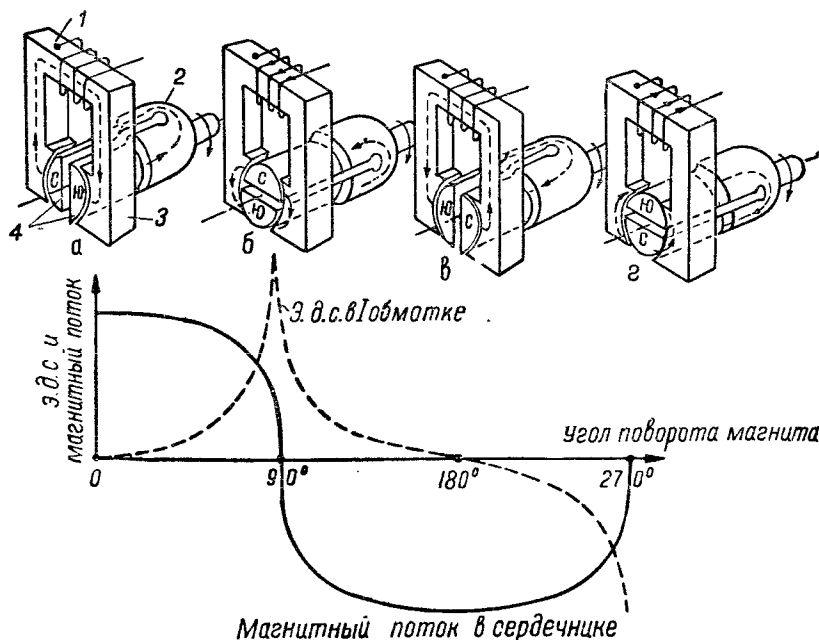


Рис. 60. Зависимость э. д. с., возбужденной в первичной обмотке магнето, от угла поворота магнита.

преимуществами перед другими типами магнето, выделяясь простотой конструкции и надежностью в работе.

§ 35. Физические явления, происходящие в магнето при работе. Изменения магнитного потока, э. д. с. и тока. Рассмотрим процесс индуктирования э. д. с. в первичной обмотке неподвижной индукционной катушки (рис. 60). На рисунке изображены четыре положения вращающегося магнита. На сердечнике 1 изображена только первичная обмотка, так как нам необходимо рассмотреть процессы, происходящие в первичной обмотке магнето. В положении а полюсы магнита 4 находятся против ступеней магнитного поля 3, представляющих стальные башмаки на сердечнике индукционной катушки. В положении а весь магнитный поток проходит через сердечник катушки.

В положении *б* полюсы магнита замкнуты полесгустителями 3, и в сердечнике катушки магнитный поток близок к нулю.

В положении *в* полюсы магнита располагаются подобно положению *а*, но только у левого сгустителя находится не северный, а южный полюс и в сердечнике катушки магнитный поток достигает наибольшей величины, но направление магнитного потока в сердечнике обратное.

В положении *г* полюсы магнита располагаются подобно положению *б*. Таким образом, при повороте двухполюсного магнита на угол 360° магнитный поток в сердечнике катушки дважды достигает наибольшей величины и дважды наименьшей.

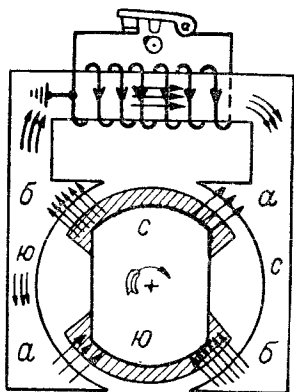


Рис. 61. Схема взаимодействия магнитного потока магнита с потоком якоря.

В положениях *б* и *г* магнитный поток в сердечнике не только уменьшается, но и изменяет направление. При этом витки обмотки пересекаются магнитными линиями, и в обмотке индуцируется э. д. с. (пунктирная кривая на рис. 60). Она, так же как и поток, дважды изменяется по величине и направлению.

В связи с тем, что сталь сердечника и полесгустителей обладает остаточным магнетизмом, хотя и незначительным, магнит доводит поле в сердечнике до нуля при повороте на угол $93-94^\circ$ и $273-274^\circ$, а следовательно, и э. д. с. запаздывает на $3-4^\circ$.

Вращая от руки магнит магнето, можно заметить, что при замкнутой первичной обмотке вращать магнит труднее, чем при разомкнутой обмотке. Это объясняется тем, что в замкнутой обмотке индуцируется не только э. д. с., но и возникает ток. Первичный ток намагничивает сердечник, т. е. он становится электромагнитом.

На рис. 61 представлена магнитная система магнето с замкнутой первичной обмоткой. При повороте магнита из горизонтального положения (рис. 60) в вертикальное положение, в обмотке появится ток. Его направление показано стрелками на витках обмотки. Ток намагнитит сердечник катушки и полесгустители. Справа будет северный полюс, слева южный.

Из основных понятий о магнетизме известно, что одноименные полюсы отталкиваются и магнитное поле между ними становится разреженным. Это показано на рис. 61 (в точках *а*). Разноименные полюсы притягиваются и магнитное поле сгущается (точки *б*).

В случае замкнутого состояния обмотки магнит должен вернуться еще на какой-то угол, и только тогда в сердечнике поток достигнет нулевого значения, т. е. поле электромагнита будет уравновешено полем постоянного магнита.

Рассмотренное взаимодействие двух магнитных полей — поля магнита и поля сердечника катушки (якоря) — носит название явления реакции якоря. Знание этого явления позволяет правильно собирать магнето при отсутствии меток.

Момент размыкания первичной цепи магнето.

При вращении магнита в замкнутой первичной обмотке индуцируется ток, изменяющийся по величине и направлению. На рис. 62 представлена характеристика изменения первичного тока при различных положениях магнита. Кривая показывает быстрое нарастание тока и медленное его уменьшение. Чтобы не усложнять вопроса рассмотрением

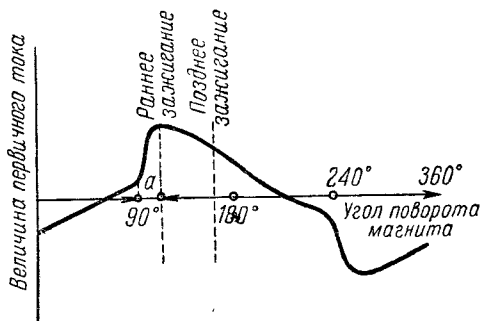


Рис. 62. Характеристика тока в первичной обмотке магнето при вращении магнита.

влияния самоиндукции обмоток на форму характеристики, будем считать, что основное влияние оказывает реакция якоря. Из приведенной кривой видим, что ток в первичной обмотке достигает наибольшей величины (примерно $2-3a$) при повороте магнита на угол $90^\circ + \alpha$. Это положение магнита определяется по отходу полюса магнита от полюсоступителя на $2-3 \text{ мм}$ (рис. 63) или поворотом магнита на угол $8-10^\circ$ от вертикального положения.

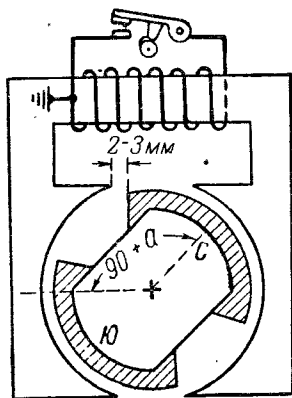


Рис. 63. Положение магнита, соответствующее наибольшему току в первичной обмотке магнето.

В магнето с нефиксированным прерывателем, переставляемым на позднее и раннее зажигание, необходимо прерыватель сместить навстречу вращению магнита, т. е. дать полное опережение так, чтобы начало подъема рычажка прерывателя совпадало с положением магнита, изображенным на рис. 63.

В этом случае прерываемый первичный ток будет наибольшим и, следовательно,

во вторичной обмотке возникнет э. д. с. наибольшей величины.

Магнето для тракторных двигателей имеют фиксированное положение прерывателя, т. е. в процессе работы двигателя угол опережения зажигания не изменяется. Магнето для газогенераторного автомобиля ЗИС-21 и двигателей ГАЗ-НАТИ, устанавливаемых на комбайнах, позволяют производить изменение угла

опережения зажигания от руки. Угол поворота прерывателя равен 30° .

Получение высокого напряжения в магнето, роль прерывателя и конденсатора мы не рассматриваем, так как это было подробно рассмотрено в системе батарейного зажигания.

Рассмотрение работы магнето с вращающимися обмотками мы опускаем, так как этот тип магнето является устаревшим и имеет крайне ограниченное применение в нашем народном хозяйстве.

§ 36. Устройство магнето. *Постоянный магнит магнето.* Магнит является одной из существенных деталей магнето. Для изготовления магнитов применяют специальные сорта стали.

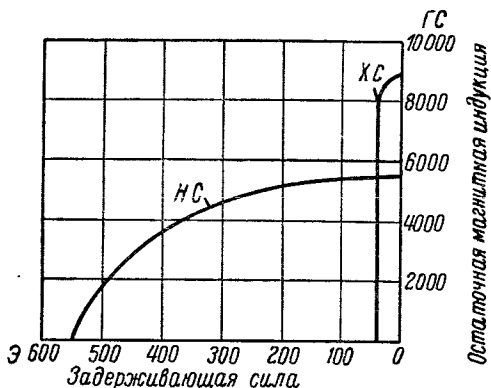


Рис. 64. Характеристики сталей, идущих на изготовление магнитов магнето.

Магнитные свойства этих сталей оказывают влияние на конструкцию (габариты, и вес) и работоспособность магнето.

В § 14 мы рассмотрели магнитные и электромагнитные явления. Рассмотрим требования, предъявляемые к постоянному магниту магнето.

Качество магнитной стали определяется способностью запасать магнитную энергию при намагничивании. Запас магнитной энергии зависит от величин

остаточного магнетизма и величины задерживающей силы. Чем больше остаточный магнетизм, тем больший магнитный поток сможет создать магнит. Но магниту магнето приходится работать, подвергаясь размагничивающей силе, создаваемой током первичной обмотки; в связи с этим от стали требуется, чтобы она сохраняла свои магнитные свойства, т. е. не размагничивалась. Это качество стали характеризуется задерживающей силой.

На рис. 64 приведены магнитные характеристики двух различных сталей. Характеристика хромистой стали (кривая **ХС**) показывает, что остаточная магнитная индукция достигает 9000 магнитных линий на 1 см^2 , а задерживающая сила равна 45 ампер-виткам на 1 см длины магнита.

Характеристика никель-алюминиевой стали (кривая **НС**) показывает остаточную магнитную индукцию, равную 5500 магнитных линий на 1 см^2 , т. е. меньшую, чем у хромистой стали. Задерживающая сила такого сплава достигает 550 ампер-витков на 1 см длины магнита.

Сопоставляя величины задерживающей силы хромистой и никель-алюминиевой сталей, мы видим, что задерживающая сила почти в 12 раз больше у никель-алюминиевой стали. Следовательно, магнит, изготовленный из никель-алюминиевой стали, будет обладать не только большим запасом магнитной энергии, но и более устойчивой работой, так как менее склонен к размагничиванию.

На рис. 65 изображены два ротора магнето, снабженные магнитами из различных сталей. Ротор *а*, применявшийся на магнето СС4 и СС6, изготовлен из хромистой стали. На конце магнита 4 надеты пластинки из трансформаторной стали, представляющие полюсные наконечники 2. Изготовление сборных наконечников

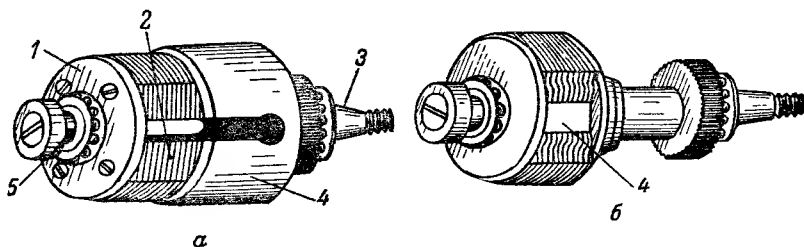


Рис. 65. Вращающиеся магниты магнето.

а — из хромистой стали, *б* — из никель-алюминиевого сплава.

обусловлено стремлением снизить вихревые токи, которые возникают вследствие неравномерного распределения магнитного потока на полюсах. Последнее вызвано явлением реакции якоря. Вихревые токи стремятся уменьшить для того, чтобы магнит не нагревался и не терял магнитных свойств.

В передней части, если смотреть со стороны привода, магнит имеет стальную цапфу 3, на которой укрепляется шестерня, обойма шарикоподшипника и на конической части — муфта привода или ускоритель. Задняя цапфа 5 вместе с флянцем 1 изготовлены из немагнитного материала (бронзы). Это сделано для того, чтобы магнитный поток полюсов магнита не замкнулся через диск. Величина магнитного потока на полюсах равна 20 000 магнитных линий.

На рис. 65, *б* представлен ротор, устанавливаемый в магнето ММ4 и М18. Магнит этого ротора изготовлен из никель-алюминиевой стали, содержащей 55% железа, 25% никеля, 16% алюминия и 4% меди. В связи с высокими магнитными свойствами он имеет объем в 6 раз и вес в 7—8 раз меньше по сравнению с магнитом из хромистой стали.

Полюсные наконечники сделаны сборными, они не имеют специального крепления, так же как и сам магнит. Наконечники и магнит удерживаются цинковым сплавом, в котором закрепляется и ось ротора при отливке.

Индукционная катушка магнето. Конструкция индукционной катушки магнето имеет следующие отличия от катушки батарейного зажигания. Первичная обмотка катушки магнето является в то же время обмоткой генератора переменного тока. Величина э. д. с., индуцированной в первичной обмотке, зависит от числа витков, а не размера их, и безразлично, будет ли вестись намотка на малой окружности или на большой.

Однако основное значение имеет сила тока в первичной цепи. Если обмотку мы располагаем ближе к сердечнику, то длина каждого витка, а следовательно, и всей первичной обмотки будет наименьшей, и сопротивление ее будет минимальным. А так как э. д. с. осталась прежней, то величина первичного тока будет больше, и вторичное напряжение получится выше. Поэтому в магнето, в отличие от батарейного зажигания, первичная обмотка располагается внутри вторичной обмотки, а не поверх нее.

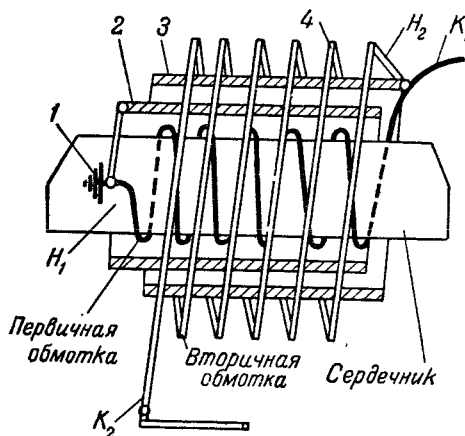


Рис. 66. Схема соединения обмоток и конденсатора в индукционной катушке магнето.

Размеры магнитной системы крайне ограничивают размеры индукционной катушки, так что ее нельзя сделать такой величины, как это делается в батарейном зажигании.

Начало первичной обмотки 1 (рис. 66) соединяется с «массой», а не выводится изолированно. Сердечник делается сборным для уменьшения вихревых токов. Изготовленный сердечник покрывается изоляционным лаком и тонким слоем изоляционной лакоткани (экспельсиором). Начало первичной обмотки 1 припаивается к сердечнику и выполняется медной эмалированной проволокой марки ПЭЛ, диаметр 1—1,1 мм, число витков 155 ± 17 , сопротивление 0,3 ом. После покрытия изоляцией первичной обмотки поверх нее наматываются две обкладки конденсатора 2 и 3 с бумажным диэлектриком. Обкладка 2 припаивается к «массе», обкладка 3 выводится к концу первичной обмотки. Емкость конденсатора 0,20—0,25 мкф.

После изоляции поверхности конденсатора к концу первичной обмотки K_1 припаивается начало вторичной обмотки H_2 . Вторичная обмотка 4 выполняется медной эмалированной проволокой марки ПЭЛ, диаметр 0,07—0,08 мм, число витков $11\,000 \pm 900$, сопротивление 8000 ом.

Вся обмотка уложена в 30 слоев и имеет междуслойную изоляцию. Конец вторичной обмотки K_2 выводится на латунную пластинку, укрепленную в поверхностной изоляции обмоток. Намотка вторичной и первичной обмоток ведется в одном направлении. Обмотки пропитываются изоляционным составом в вакуум-камере.

На рис. 67 изображена индукционная катушка магнето СС-4 в собранном виде.

В связи с тем, что внешние размеры индукционной катушки магнето крайне ограничены, возникает затруднение в хорошей изоляции от «массы» последних слоев вторичной обмотки, поэтому в магнето устанавливается искровой предохранитель. Он вступает в работу, когда вторичная э. д. с. превысит нормальную величину, необходимую для работы свечи, в 1,5 раза. Это может иметь место в случае обрыва одного из проводов запальных свечей или при чрезмерной величине зазора между электродами.

Искровой предохранитель представляет собою разрядник, включенный между концом вторичной обмотки K_2 и «массой». Величина воздушного промежутка между электродами предохранителя 15—17 мм.

Прерыватель магнето. Тракторные магнето заводов АТЭ и КАТЭК СС4, СС6 и БС4 снабжаются симметричным прерывателем (рис. 68). Корпус прерывателя 14 представляет собою отливку из алюминия или бронзы (магнето типа БС). На корпусе укреплен изолированно от «массы» держатель неподвижного контакта 4 прерывателя. На оси 5 устанавливается рычажок прерывателя 15, изготовленный из алюминия или бронзы. В тело рычажка впрессованы втулка 13 и упорная пяточка 6, изготовленные из текстолита или фибры. Рабочие поверхности контактов прерывателя изготовлены из вольфрама или платино-иридиевого сплава. Замыкание контактов производит пружина 7.

В нижней части корпуса прерывателя расположена войлочная прокладка 10 (фильц), обеспечивающая смазку поверхности кулачковой шайбы 12. Прерыватель установлен в корпусе магнето и электрически связан с его «массой».

В зависимости от расположения площадки, на которую устанавливается магнето, и числа шестерен, участвующих в приводе магнето, последнее бывает правого или левого вращения. Магнето получает название «правого вращения» в том случае, когда ротор его вращается по направлению движения стрелки часов, если смотреть со стороны привода.

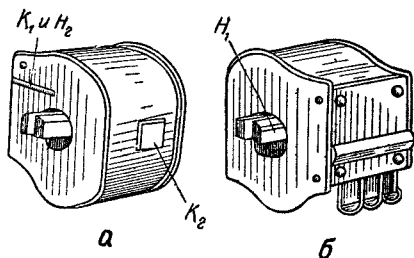


Рис. 67. Общий вид индукционной катушки магнето СС4.

а — со стороны токораспределителя, б — со стороны прерывателя.

В магнето «правого вращения» прерыватель конструктивно отличается от прерывателя магнето «левого вращения» иным расположением рычажка прерывателя, и название свое прерыватель получает от того магнето, на которое он предназначен, т. е. «левый» или «правый». Прерыватель симметричного типа позволяет применять его на любом магнето, для чего необходима только соответствующая переборка. На рис. 68,а изображен прерыватель магнето левого вращения (мы смотрим со стороны прерывателя, а не привода).

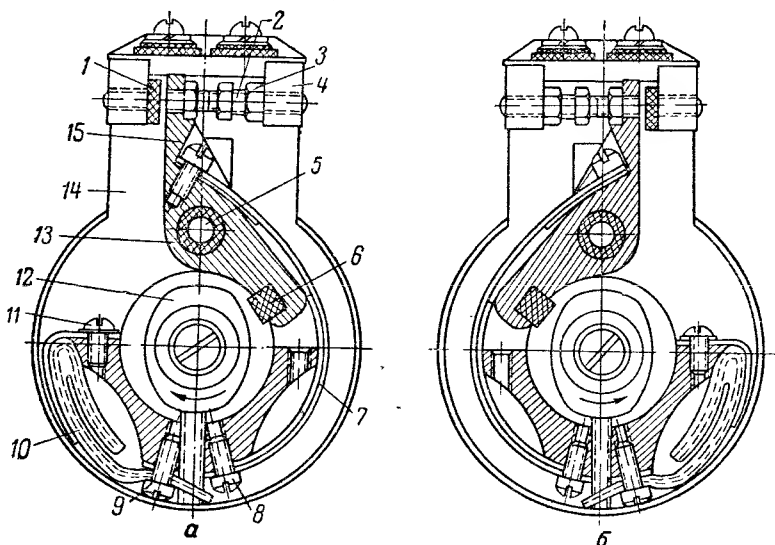


Рис. 68. Прерыватель симметричного типа левого (а) и правого (б) вращения.

Для переборки прерывателя левого вращения на правое необходимо: 1) вынуть ось рычажка 5; 2) отвернуть винт 8 и, освободив пружину, снять рычажок; 3) вывернуть контактный винт 2 и фибровый ограничитель 1 и поменять местами; 4) отвернуть винты 9 и 11 и переставить войлочную прокладку 10; 5) закрепить пружину рычажка винтом 9. Отрегулировать зазор между контактами прерывателя после установки его на магнето. Прерыватель, перебранный на правое вращение, изображен на рис. 68,б.

Ранее указывалось, что втулка рычажка и упорная пятка его изготовлены из фибры или текстолита. Применение этих материалов объясняется тремя причинами.

1. Фибра и текстолит являются изоляционными материалами, так что в трущиеся поверхности не будет ответвляться ток, который вызывал бы разрушение (коррозию) рабочих поверхностей.

2. Фибра и текстолит удерживают в своих порах смазку, причем фибра более пориста.

3. Трение между сталью (ось рычажка и кулачковая шайба) и фиброй или текстолитом меньше и срок службы трущейся пары больше.

При рассмотрении прерывателей батарейного зажигания были описаны свойства вольфрама. В магнето для контактов прерывателя применяется не только вольфрам, но и платино-иридиевый сплав; его высокая тугоплавкость (плавится при 1760°) и хорошая проводимость окислов обеспечивают длительную и надежную работу контактов, почти не требующих чистки.

При постоянном направлении размыкаемого тока легко образуется углубление на положительном контакте и нарост на отрицательном. Это объясняется склонностью металла переноситься в искровом разряде с положительного на отрицательный электрод. В том случае, когда число прерываний первичной цепи равно числу полюсов магнита, перенос металла становится незаметным, так как при каждом последующем размыкании ток изменяет свое направление.

Высокая стоимость платино-иридиевого сплава ограничивает применение его в тракторных магнето.

Магнето М18, выпускаемые взамен магнето СС4, снабжаются прерывателями батарейного типа.

§ 37. Описание конструкций магнето. На одноцилиндровых

пусковых двигателях ПД-10 тракторов КД-35 и ДТ-54 применяется магнето высокого напряжения М24 (рис. 69). Магнето имеет неподвижную индукционную катушку и вращающийся двухполюсной магнит, изготовленный из никель-алюминиевого сплава.

В отличие от ранее выпускавшихся магнето, конденсатор вынесен из индукционной катушки; в случае неисправности он может быть легко заменен. На передней цапфе магнита устанавливается муфта привода 1, снабженная центробежным регулятором угла опережения зажигания МС-22. На задней цапфе установлена кулачковая шайба с одним выступом, производящим одно размыкание первичной цепи за один оборот магнита.

Центробежный регулятор угла опережения зажигания (рис. 70) состоит из ведомого флянца 1 с двумя цапфами 9 и 10 и ведущего флянца 3. Внутри ведущего флянца 3 расположены четыре грузика 2, 4, 6 и 8, связанные попарно шарнирами. Грузики 2 и 6 насажены на цапфы, укрепленные в теле ведущего флянца, а грузики 4 и 8 надеваются соответственно на цапфы 10 и 9 ведомого флянца. На грузиках 2 и 6 укреплены плоские пружины 5 и 7.

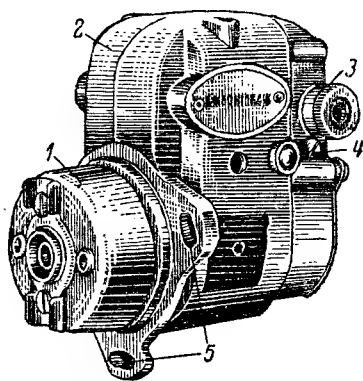


Рис. 69. Магнето М24.

Работает центробежный регулятор опережения зажигания следующим образом. При увеличении числа оборотов двигателя грузики под действием центробежной силы преодолевают упругость пружин и отдаляются от центра вращения. Расстояние между ведомыми и ведущими цапфами уменьшается, и ведомый фланец поворачивается относительно ведущего в сторону вращения. В результате кулачковая шайба прерывателя раньше коснется пяточки рычажка прерывателя и угол опережения зажигания будет больше.

Для ограничения величины угла опережения, даваемого центробежным регулятором, в ведомом фланце имеются окна продолговатой формы, в которые входят концы цапф ведущего фланца. Две пары окон сделаны для возможности переборки регулятора с правого на левое вращение. Для этого достаточно грузики надеть обратной стороной на цапфы ведущего фланца, и при установке ведомого фланца цапфы поместятся во второй паре окон.

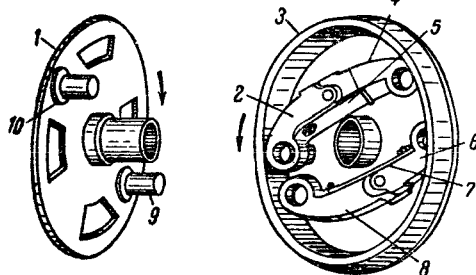


Рис. 70. Центробежный регулятор момента зажигания магнето.

На корпусе 2 магнето (рис. 69) расположен выводной зажим 3 цепи высокого напряжения и кнопка 4 для выключения зажигания.

Для двухцилиндрового двигателя, например садово-огородного трактора ХТЗ-7, применяется магнето М48В, конструктивно отличающееся от магнето М24 наличием токораспределительного устройства, которое имеет то же назначение, что и в батарейном зажигании.

Токораспределитель высокого напряжения состоит из крышки, изготовленной из карболитовой пластмассы. В крышке имеются три контакта: один в центре, соединенный с концом вторичной обмотки индукционной катушки магнето, а два контакта расположены под углом 180° и снабжены клеммами. К последним присоединяют провода высокого напряжения от запальных свечей.

На кулачковой шайбе магнето закреплен ротор токораспределителя, изготовленный также из карболитовой пластмассы. На роторе имеется вращающийся электрод, контактирующий с неподвижными контактами крышки токораспределителя.

Кулачковая шайба магнето М48В снабжена двумя выступами, а не одним, что имеет место в магнето М24, благодаря чему при повороте магнита на угол 360° размыкание первичной цепи происходит дважды и возникают два импульса высокого напряжения, которые подводятся токораспределителем к соответствующим запальным свечам.

Крепление магнето М24 и М48В на двигателе — флянцевое (рис. 69), на трех болтах, проходящих через отверстия 5 (на рисунке видны два). Отверстия имеют овальную форму, что позволяет поворачивать магнето на некоторый угол относительно двигателя при корректировке момента зажигания.

В магнето для многоцилиндровых (больше двух цилиндров) двигателей применяется токораспределительное устройство, конструктивно выполненное иначе. Объясняется это тем, что двухполюсный магнит может обеспечить получение только двух искр за один оборот магнита, а четырехцилиндровому четырехтактному двигателю требуется четыре искры за два оборота коленчатого вала. В связи с этим между вращающимся магнитом и ротором распределителя необходимо вводить зубчатую понижающую передачу с передаточным числом $2 : 1$, т. е. при одном обороте распределителя магнит должен сделать два оборота.

Если же магнето с двухполюсным магнитом должно обслуживать шестицилиндровый четырехтактный двигатель, то за два оборота коленчатого вала магнето должно дать шесть искр; следовательно, за один оборот ротора распределителя магнит должен повернуться три раза. Таким образом, передаточное число равно $3 : 1$.

Так, например, в магнето СС4 для тракторов и комбайнов шестерня магнита имеет 40 зубцов, а шестерня ротора распределителя — 80 зубцов. В магнето М18 шестерня магнита имеет 21 зубец, а шестерня распределителя — 42 зубца. В магнето СС6 для двигателя ЗИС-21 шестерня магнита имеет 30 зубцов, а шестерня ротора распределителя — 90 зубцов.

Последовательность появления тока высокого напряжения на неподвижных электродах распределителя обозначается цифрами, расположенными у отверстий для проводов к свечам.

В зависимости от направления вращения магнита (правое или левое) последовательность появления искр изменяется.

Шестеренная передача к токораспределителю магнето СС4 имеет следующее устройство (рис. 71). Шестерня ротора распределителя 3 установлена на цапфе 5. Фланец 4 цапфы расположен относительно ее эксцентрично и закрепляется четырьмя винтами 6 в передней крышке магнето 7. Эксцентричная установка цапфы позволяет регулировать зубчатое зацепление шестерен распределителя. При повороте цапфы вправо расстояние между центрами шестерен увеличивается и одновременно изменяется величина зазора между зубцами.

Для правильной регулировки зацепления необходимо сделать следующее: 1) снять изоляционную пластинку 8; 2) вывернуть три винта крепления ротора распределителя к шестерне; 3) снять ротор; 4) через два отверстия в теле шестерни освободить диск цапфы, для чего необходимо отвернуть на один оборот каждый из четырех крепежных винтов 6; 5) повернуть цапфу влево до

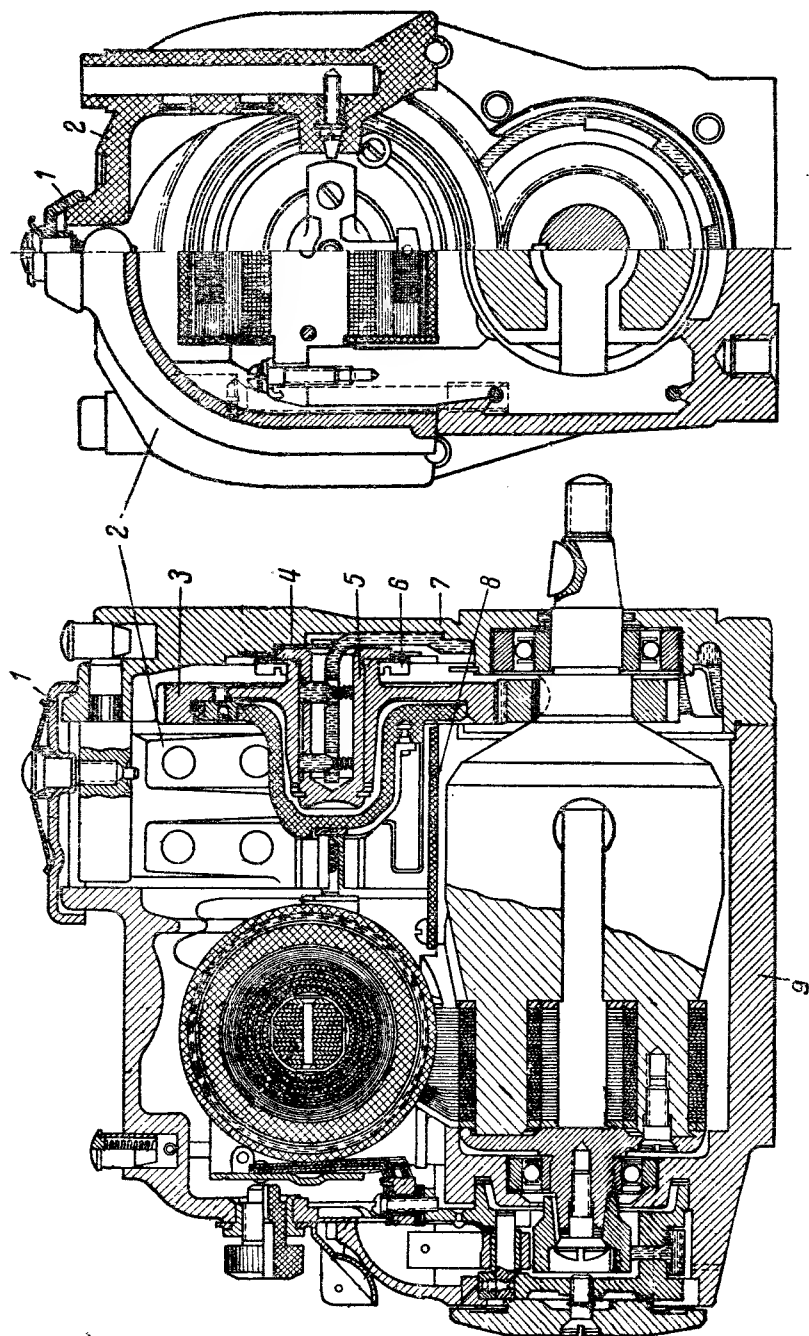


Рис. 71. Магнето СС4 в разрезе.

отказа, при этом весь люфт в зубчатках будет выбран. Затем при медленном поворачивании цапфы вправо шестерня распределителя будет отходить от шестерни магнита. Как только вращение магнита рукою будет легким и бесшумным, флянец цапфы закрепляется винтами 6.

Правильная установка ротора распределителя на шестерню обеспечивается расположением отверстий по углам равнобедренного, а не равностороннего треугольника. Закрепить ротор можно только в одном положении при совпадении трех отверстий. Чтобы правильно согласовать работу токораспределительного устройства, необходимо шестерню распределителя ввести в зацепление с шестерней магнита, соблюдая следующие условия (рис. 72).

1. Прерыватель поставить в положение полного опережения.

2. Магнит повернуть в сторону рабочего вращения до отхода полюса магнита от полесгустителей на 2—3 мм.

3. Рычажок прерывателя должен начать прерывание.

4. Установить пометку 4 на шестерне распределителя против пометки 5 на крышке магнето. При этом электрод ротора 1 должен совпадать с электроподводящей частью с электродом 6 щеки распределителя.

5. Удерживая шестерню распределителя, ввести ее в зацепление с шестерней магнита.

6. Закрепить крышку магнето.

Пометки, имеющиеся на шестерне и корпусе, справедливы для сборки магнето только на то вращение, которое имело магнето при выпуске с завода. Обычно на передней крышке имеется стрелка, указывающая направление вращения.

В том случае, когда магнето перебрано на обратное вращение, метками пользоваться нельзя и следует согласовать положение электродов с положением магнита и прерывателя, помня, что отход на 2—3 мм магнита от полесгустителей должен быть с противоположной стороны.

Материал шестерен магнето СС4: чугун — для шестерни распределителя и сталь — для шестерни магнита. Искровым предохранителем 2 является пространство между электродом 3 и ободом шестерни распределителя (рис. 72). Ротор распределителя и две неподвижные щеки изготовлены из карболита.

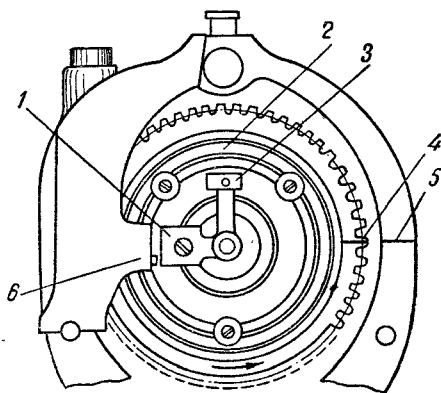


Рис. 72. Токораспределительное устройство магнето СС4.

В связи с тем, что распределитель — искрового типа, для его вентиляции имеется доступ воздуха, который проникает под крышку 1, укрепляющую щеки распределителя 2 (рис. 74).

Корпус магнето 9, передняя крышка 7, верхняя крышка магнето и крышка прерывателя изготовлены из алюминия или из цинкового сплава, т. е. немагнитного материала.

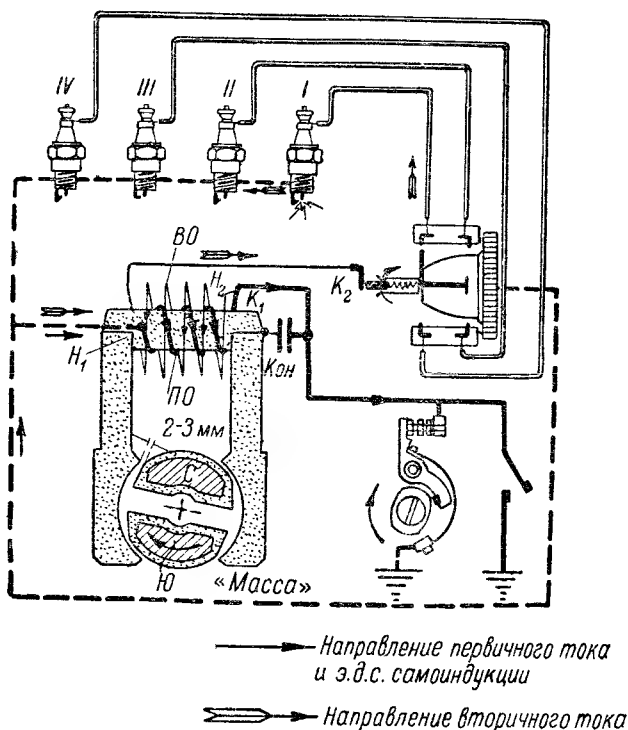


Рис. 73. Схема системы зажигания от магнето.

Наружные обоймы шарикоподшипников обычно впрессованы не непосредственно в алюминий, а имеют прессшпановые гильзы. Это позволяет внутренний диаметр гнезд под шарикоподшипники изготавливать с меньшей точностью; этим устраняется возможность проворачивания обоймы в гнезде, что вызывается большим объемным расширением алюминия по сравнению со сталью; при этом устраняется также возможное «закусывание» шариков при тугой запрессовке обойм.

На рис. 73 приведена электрическая схема системы зажигания двигателя ГАЗ-НАТИ, устанавливаемого на комбайн «Коммунар». Пути токов следующие: первичный ток (при данном положении полюсов до момента размыкания) направлен от конца первичной

обмотки K_1 в неподвижный контакт прерывателя, рычажок, пружину, «массу» и в начало первичной обмотки H_1 .

В момент прерывания э. д. с., возникающая во вторичной обмотке, направлена в сторону убывающего первичного тока, а вторичный ток направлен из конца K_2 вторичной обмотки в скользящий центральный контакт распределителя, искровой промежуток между электродами распределителя, провод, свечу I первого цилиндра, «массу» и через первичную обмотку в начало H_2 вторичной обмотки.

При повороте магнита на угол 180° шестерня распределителя повернется на угол 90° и в работу вступит свеча II . Направление токов будет обратное, т. е. ток первичной обмотки направлен в «массу», пружину прерывателя, рычажок и через замкнутые контакты в конец первичной обмотки K_1 .

В момент прерывания вторичный ток направлен из начала вторичной обмотки H_2 в первичную, в «массу», свечу II , по проводу в распределитель и через скользящий контакт в конец K_2 вторичной обмотки. Затем вступит в работу свеча IV , и направление токов будет такое, как в первом случае. Наконец, в работу вступит свеча III .

При необходимости выключить зажигание пользуются выключателем. При замыкании выключателя конец K_1 первичной обмотки замыкается на «массу», т. е. соединяется с началом H_1 первичной обмотки помимо прерывателя. В связи с этим подъем рычажка и размыкание контактов не смогут прерывать первичный ток. Очевидно, что высокого напряжения на свечах не получится, разряда между электродами свечей не будет, и двигатель остановится.

На двигателях тракторов СХТЗ и С-60 применяется магнето правого вращения, его схема подобна приведенной. Порядок работы цилиндров 1—3—4—2.

Для газогенераторных тракторов требуется более интенсивная искра для надежного загла газо-воздушной смеси, и на них применяется магнето типа БС или БСМ.

Магнето М18 выпущено взамен СС4 и применяется на всех тракторных карбюраторных двигателях (рис. 74). В магнето М18 корпус отлит из динкового сплава, в нем, подобно магнето СС, полестугистители собраны из пластин. Между ними вращается магнит 9 из никель-алюминиевой стали со сборными полюсными наконечниками 8. Общий вид магнита изображен на рис. 65, б.

Индукционная катушка 3 магнето М18 такая же, как у магнето СС4. Конец первичной обмотки K_1 (рис. 74) выведен на зажим и с помощью гибкого проводника 3 соединяется с рычажком прерывателя. Прерыватель — батарейного типа, и с «массой» соединяется не рычажок, как это имеет место в ранее выпускавшихся магнето, а неподвижный контакт. Положение прерывателя фиксировано, т. е. его нельзя перемещать от руки для изменения угла

опережения зажигания. Регулирование зазора между контактами производится так же, как у прерывателей Р-20, Р-21 и им подобных.

Токораспределительное устройство магнето М18 отличается конструктивно от магнето типа СС. Шестерня распределителя 7

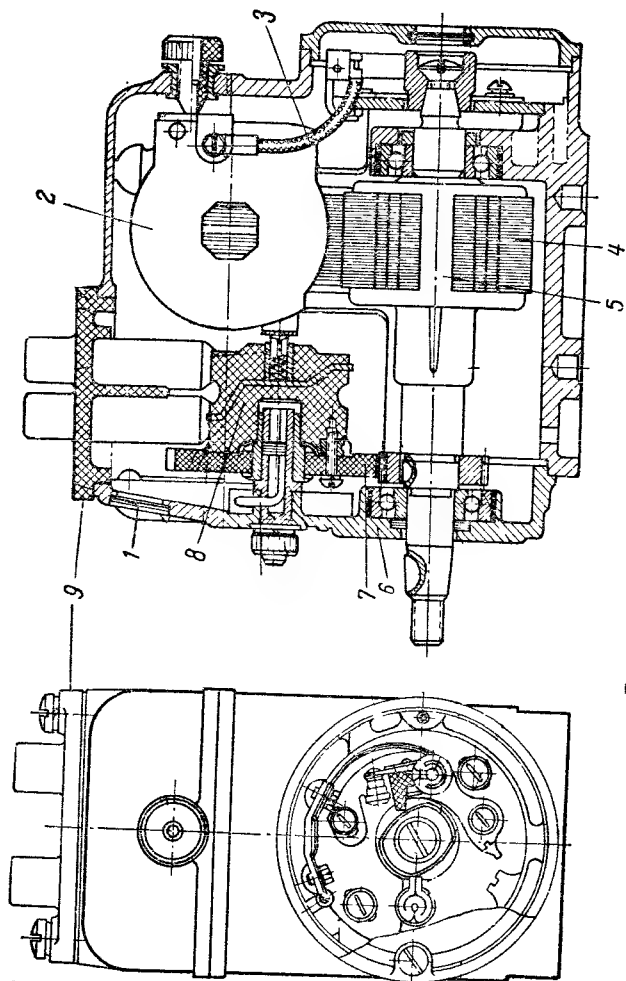


Рис. 74. Магнето М18 в разрезе.

для большей бесшумности работы изготовлена из текстолита. На ней укреплен ротор 8 распределителя. В отличие от ротора токораспределителя типа СС, электроды расположены под углом 180° , а не 90° . В шестерню впрессована бронзовая втулка, являющаяся подшипником цапфы. Крышка 9 токораспределителя имеет четыре неподвижных электрода, с которыми соединяются провода, идущие к запальным свечам.

В передней крышке 6 имеется смотровое окно 1, через которое видна риска на шестерне 7 для установки момента зажигания на двигателе. Подобное же устройство имеет магнето М10 с флянцевым креплением для пускового двигателя П-46 трактора С-80.

Привод магнето. Привод магнето осуществляется от валика, получающего вращение от коленчатого вала с помощью зубчатых шестерен. В тракторных и автомобильных двигателях число оборотов вала привода магнето рассчитывается для магнето, дающего две искры на один оборот ротора. В связи с этим передаточные числа между ротором магнето и коленчатым валом зависят от числа цилиндров двигателя и числа тактов рабочего цикла. Для двухцилиндровых двигателей передаточное число зависит от расположения колен вала и цилиндров.

Для четырехтактных двигателей имеем следующие отношения.

1. Для двухцилиндрового двигателя В-20 (пусковой двигатель трактора С-65) или П-46 (трактора С-80), где два цилиндра расположены рядом, а колена вала первого и второго цилиндров смещены на 180° , воспламенение смеси во втором цилиндре должно последовать после воспламенения в первом цилиндре при повороте колена вала на 180° . Следовательно, между валом привода магнето и коленчатым валом передаточное число равно 1 : 1. После второго цилиндра воспламенение смеси в первом должно быть через 540° поворота коленчатого вала. Таким образом, два прерывания первичной цепи не используются, и поэтому два электрода токораспределителя замыкают на «массу» (для СС2).

Таблица 5

Данные магнето для тракторов и автомобилей

Марки магнето	№ по каталогу	Число цилиндров обслуживаемого двигателя	Направление вращения	Тип пускового двигателя	Устанавливается на двигателях автомобиля, трактора или комбайна
СС2	4840	2	Левое	ПУЛ-4647	В-20 на С-65
СС4	4827	4	Правое	ПУ-4646	СХАТЗ-НАТИ и С-60
СС4	4828	4	Левое	ПУЛ-4747	ГАЗ-НАТИ
СС6	4835	6	Левое	Нет	ЗИС-21
БС4П	—	4	Правое	ПУ-4646	СГ-65 и ХТЗ-Т2Г
М10	—	4	Левое	ПУЛ-4647	П-46 на С-80
М18	—	4	Правое	ПУ-4647	У-1, У-2 и СХТЗ-НАТИ
М19	—	4	Левое	ПУЛ-4747	ГАЗ-НАТИ
М24*	—	1	Правое	Нет	ПД-10 на КД-35 и ДТ-54
М48В**	—	2	Правое	Нет	ХТЗ-7

* Магнето снабжено центробежным регулятором угла опережения зажигания МС-22 (0° при 900 об/мин и 18° при 1900 об/мин).

** То же, что в магнето М24, но тип МС22А.

Однако для двухцилиндровых четырехтактных двигателей допустимо подводить импульсы высокого напряжения с интервалами через 180° , а не через 180 и 540° . В этом случае искровой разряд на каждой запальной свече происходит не только в конце такта сжатия, но также и в конце такта выпуска отработавших газов. Очевидно, появление этого разряда не нарушает нормальной работы двигателя и только износ электродов запальных свечей больше обычного.

2. В четырехцилиндровых двигателях на один оборот коленчатого вала требуются два воспламенения смеси, а так как магнето с двухполюсным магнитом может дать две искры за один оборот ротора, то передаточное число между ротором магнето и коленчатым валом равно $1 : 1$.

3. В шестицилиндровом двигателе на один оборот коленчатого вала требуются три искры, т. е. ротор магнето должен вращаться в полтора раза быстрее коленчатого вала, и передаточное число между ротором магнето и коленчатым валом равно $1\frac{1}{2} : 1$.

§ 38. Ускоритель магнето. При рассмотрении рабочего процесса магнето указывалось, что величина первичного тока зависит от числа оборотов магнита. При пуске двигателя ротору магнето необходимо сообщить такое число оборотов, при котором будет обеспечено получение искрового разряда на электродах свечи. Если двигатель имеет малый литраж, то физической силы водителя бывает достаточно, чтобы сообщить двигателю, а следовательно и ротору магнето необходимое число оборотов. В двигателях с большим объемом цилиндров прибегают к приспособлению, облегчающему пуск и называемому ускорителем, или импульсатором.

Ускоритель позволяет сообщить ротору магнето большую угловую скорость в пределах поворота на $80-90^\circ$. Конструкции ускорителей различны, но все они работают на одном принципе. При повертывании вала двигателя ротор магнето останавливается специальным приспособлением и происходит заводка пружины. Как только такт сжатия смеси закончится, ротор магнето освобождается, и пружина сообщает ему кратковременно большую угловую скорость. Ротор повернется и вновь остановится. Затем весь процесс повторится.

На рис. 75 изображен ускоритель типа ПУ-4646. Его устройство и действие следующие. Ведущий флянец 1 имеет два выступа 3 и 8. Флянец получает привод от двигателя. Он связан пружиной 7 с ведомой муфтой 4 ускорителя. Ведомая муфта 4 жестко соединена с валом 9 ротора магнето с помощью конуса и шпонки. На ведомой муфте на шарнирах установлены две защелки 2 (изображена только одна). Неподвижный диск закреплен на корпусе магнето и снабжен выступом 10. Защелки имеют оси качания и за счет веса плеча 6 вводят зуб защелки в зацепление с выступом 10. При вращении коленчатого вала ведущий флянец 4 повертывается. Зуб защелки упирается в неподвижный выступ 10 диска. Ведомая

муфта и ротор магнето остановлены. При дальнейшем вращении ведущего флянца пружина заводится, и выступ 8 выводит защелку 2 из зацепления. Запасенная в пружине энергия передается ведомой муфте, и ротор магнето проворачивается на угол 80° . Скорость ротора, полученная от пружины, достаточна для создания пробивного напряжения на электродах свечи. Как только двигатель начнет работать и число оборотов ротора магнето будет выше 150 об/мин, центробежная сила удалит от центра защелки и зацепление их за неподвижный выступ проходить не будет. В таком случае ускоритель будет работать, как обычная промежуточная муфта.

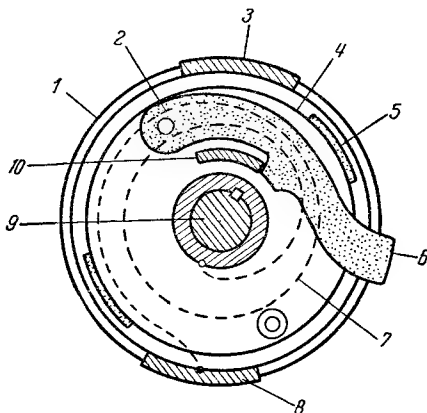


Рис. 75. Пусковой ускоритель.

Выступ 5 на ведомом флянце 4 ограничивает перемещение защелки 6 при вращении ускорителя.

Т а б л и ц а 6

Характеристика ускорителей

Марка ускорителя	Угол запаздывания при работе ускорителя	Марка ускорителя	Угол запаздывания при работе ускорителя
ПУ-4826	55—65°	ПУЛ-4647	30—37°
ПУ-4845	45—55°	ПУЛ-4747	40—47°
ПУ-4646	40—47°		

Пусковые ускорители, подобно магнето, имеют название «ускоритель правого вращения» или «ускоритель левого вращения». Свое название ускоритель получает от того магнето, на какое предназначен к установке. Конструктивно они отличаются расположением шпоночной канавки на ведомой муфте, обратным расположением защелок и пружины.

Пружина в ускорителе должна закручиваться, а не раскручиваться в период проворачивания ведущей муфты при зацепе защелки. Защелка должна останавливать ротор магнето в таком положении (рис. 76), при котором магнитный поток в сердечнике индукционной катушки достаточно велик, т. е. угол поворота, считая от горизонтали, должен быть $50—55^\circ$. Сбрасывание защелки происходит после поворота ведущего флянца на $75—80^\circ$.

Ускорители бывают реверсивного типа, допускающие переборку с одного вращения на обратное, и нереверсивные. При переборке ускорителя с правого вращения на левое необходимо произвести следующие операции.

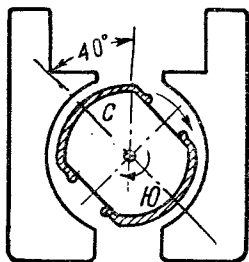


Рис. 76. Положение магнита при зацепленной защелке ускорителя.

1. Снять защелки с осей и, повернув их обратной стороной, надеть на оси и закрепить.

2. Снять пружину и заложить в ускоритель обратной стороной.

3. Если ведомая муфта имеет две шпоночные канавки, расположенные под углом не равном 180° , то при надевании ускорителя на ротор магнето необходимо совместить со шпонкой ту канавку, которая приходится против зубца защелки.

4. После установки ускорителя снять индукционную катушку, повернуть ведущий флянец в сторону вращения и обратить внимание на положение магнита, в котором защелка его остановит. Он должен находиться под углом $50-55^\circ$, считая от горизонтального положения (рис. 60, а).

В том случае, если имеется одна шпоночная канавка или две, смещенные на 180° , то при переборке ускорителя необходимо сделать новую канавку для обратного вращения. Эту канавку надо расположить на муфте, пользуясь пунктами 3—4.

На рис. 77, а изображена ведомая муфта с защелками левого вращения, а на рис. 77, б — правого вращения.

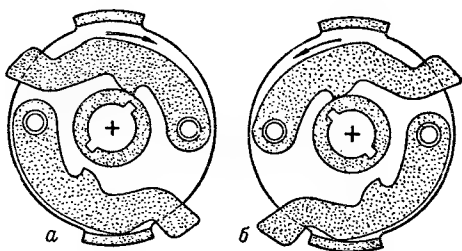


Рис. 77. Расположение защелок и шпоночных канавок в ускорителях левого (а) и правого (б) вращения.

В процессе работы изнашиваются поверхности зацепления как на неподвижном выступе, так и на защелке. Обычно в таких случаях затачивают на наждачном камне кромки зацепления. Однако после этого ротор магнето будет останавливаться позднее, а при большом износе зацепляющихся поверхностей ротор останавливается при малом магнитном потоке в сердечнике индукционной катушки. При работе ускорителя это вызывает снижение интенсивности искры на свече, а иногда и полное исчезновение ее.

Иногда при изготовлении новой шпоночной канавки допускают неверное ее положение, и ротор останавливается защелкой очень рано. В этом случае магнитный поток в сердечнике будет большим и после сбрасывания защелки ротор быстро повернется, но маг-

нитный поток в сердечнике не успеет еще изменить своего направления, как ведомая часть ускорителя догонит ведущую. Вследствие этого магнето, хорошо работающее без ускорителя, отказывается работать с ускорителем.

Контрольные вопросы

1. Перечислить основные детали магнето высокого напряжения и объяснить отличие магнето от аппарата батарейного зажигания.
2. Объяснить процесс индуктирования э. д. с. в первичной и вторичной обмотках магнето при разомкнутом прерывателе.
3. При каком положении магнита в первичной обмотке ток достигает наибольшей величины?
4. Почему прерывание первичной цепи в магнето должно происходить после отхода полюсов магнита от полесгустителей на 2—3 мм?
5. Объясните работу магнето.
6. Из каких металлов изготовлены магниты магнето СС4 и М18. Дайте характеристику этих металлов?
7. Почему полюсные наконечники магнитов, полесгустители и сердечник катушки делаются сборными из пластин, а не сплошными?
8. Почему первичная обмотка индукционной катушки магнето располагается внутри вторичной обмотки, в отличие от батарейного зажигания?
9. Каковы обмоточные данные индукционной катушки магнето? Объясните соединение обмоток.
10. Почему в магнето применяется искровой предохранитель, а в батарейном зажигании его нет?
11. Чем отличается прерыватель правого вращения от прерывателя левого вращения и какова конструкция симметричного прерывателя?
12. В чем различие магнето СС4 и СС6?
13. Как производится регулирование зацепления зубчаток в магнето типа СС и как произвести сборку токораспределительного устройства?
14. Объясните направления токов в первичной и вторичной цепях при повороте двухполюсного магнита на 360°.
15. Что нужно проделать с магнето при перемене направления вращения с левого на правое и наоборот?
16. В чем конструктивное различие магнето М24, М18, М10 и СС?
17. Почему в магнето пусковых двигателей В-20 два электрода замыкаются на «массу»?
18. Какие передаточные числа в приводах магнето на четырехцилиндровых и шестичилиндровых четырехтактных двигателях?
19. Объясните назначение и устройство ускорителя.
20. Как перебрать ускоритель левого вращения на правое?
21. При каком положении магнита защелка ускорителя должна его остановить?
22. Как проверить правильность расположения шпоночной канавки на ведомой муфте ускорителя?

ГЛАВА IX

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ АГРЕГАТОВ СИСТЕМ ЗАЖИГАНИЯ

§ 39. Прибор для проверки системы батарейного зажигания.
Для контроля за состоянием агрегатов зажигания и выявления неисправностей применяется переносный прибор проверки зажигания ППЗ, выпускавшийся заводом АГЭ (рис. 78). Прибор пред-

назначен для проверки системы батарейного зажигания непосредственно на автомобиле и позволяет производить: 1) общую проверку системы зажигания по интенсивности искры и бесперебойной работе; 2) проверку прерывателя и его регулировку, т. е. определить состояние поверхностей контактов по электрическому сопротивлению, а также проверить угол замкнутого состояния их на работающем двигателе, что особенно ценно, так как при работе

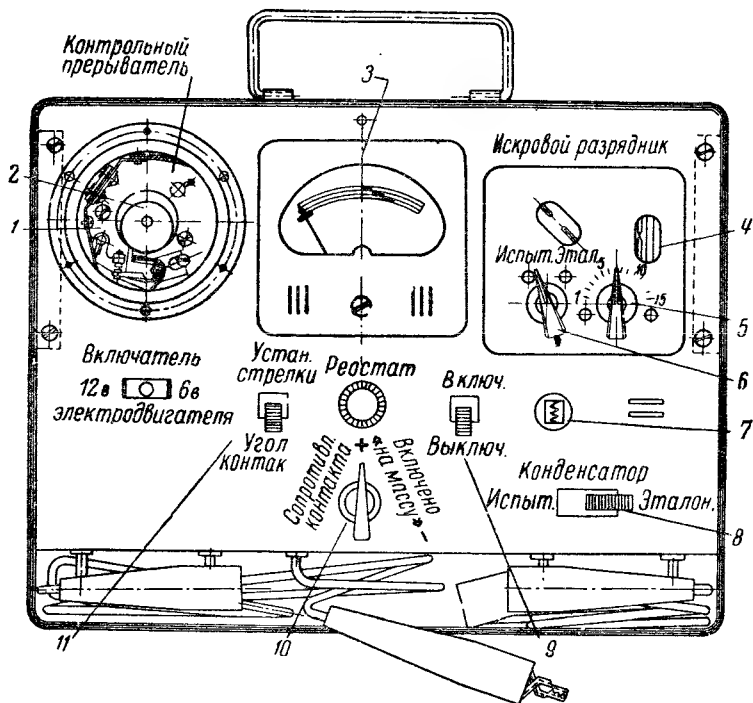


Рис. 78. Прибор для проверки агрегатов батарейного зажигания.

прерывателя учитывается не только величина зазора между контактами, профиль кулачковой шайбы, но также и упругость пружины и инерционные свойства рычажка; 3) проверку состояния конденсатора на соответствие его эталонному; 4) проверку индукционной катушки по длине искрового разряда на контрольном разряднике и сравнение испытуемой с эталонной катушкой; 5) проверку состояния проводов и деталей токораспределителя высокого напряжения; 6) проверку состояния запальных свечей на работающем двигателе с помощью неоновой лампы и искрового разрядника.

Прибор ППЗ состоит из следующих агрегатов, объединенных в общем кожухе.

1. Механического прерывателя 1, приводимого в действие кулачковой шайбой 2, насаженной на вал небольшого электродвигателя постоянного тока.

2. Магнитоэлектрического прибора 3 для определения состояния поверхностей контактов и угла замкнутого состояния их. Прибор 3 имеет установочную линию для тарировки, три шкалы для 4-, 6- и 8-цилиндровых двигателей при замере угла замкнутого состояния контактов аппаратов батарейного зажигания и небольшую шкалу для проверки сопротивления контактов.

3. Искрового разрядника, установленного справа на панели и управляемого ручкой 5, стрелка которой указывает длину в миллиметрах искрового разряда. В цепь разрядника включена неоновая лампа 4. Здесь же имеется переключатель 6, с помощью которого можно включить либо эталонную индукционную катушку, находящуюся внутри прибора ППЗ, либо испытуемую.

4. Пружинного зажима 7 (алигаторного типа) для присоединения к испытуемому конденсатору прерывателя 1.

Включение конденсатора производится переключателем 8. Включатели 9 и 11 служат для включения прибора 3 при тарировке его реостатом и производстве замера. Переключатель 10 позволяет пользоваться прибором ППЗ на любом автомобиле, независимо от того, + или — аккумуляторной батареи соединен на «массу», а также включать прибор 3 при определении сопротивления контактов прерывателя.

Прибор ППЗ позволяет производить проверку аппаратов батарейного зажигания с номинальным напряжением 6 и 12 в.

§ 40. Синхроноскоп. Для всесторонней проверки прерывателей-распределителей системы батарейного зажигания, снятых с автомобиля, применяют синхроноскоп. Таким прибором можно выявить следующие неисправности прерывателя-распределителя.

1. Несоответствие техническим условиям работы центробежного и вакуумного регуляторов угла опережения зажигания.

2. Неправильное расположение граней кулачковой шайбы, наличие погнутости вала кулачковой шайбы и наличие износа граней.

3. Наличие износа шарнирных соединений в рычажке прерывателя и в центробежном регуляторе угла опережения зажигания.

4. Повышенное сопротивление между контактами прерывателя.

5. Отклонение величины угла замкнутого состояния контактов от данных технических условий.

6. Наличие износа втулок вала привода прерывателя-распределителя.

7. Наличие заедания в шарнире рычажка прерывателя.

Синхроноскоп (рис. 79) состоит из вращающегося разрядника 8, приводимого коллекторным электродвигателем 9 постоянного или переменного тока; реостата 10 для изменения числа оборотов якоря; тахометра 11 для контроля за числом оборотов; вакуумного

насоса 6; вакуумметра 5; индукционной катушки 2 и зажимного приспособления. Вращающийся разрядник синхроскопа может быть искровой или газовый; последний получил в синхроскопах наибольшее применение.

В газовом разряднике используется свойство газов светиться под действием электрического поля. Электрический разряд происходит в стеклянных трубках, из которых удален воздух и заме-

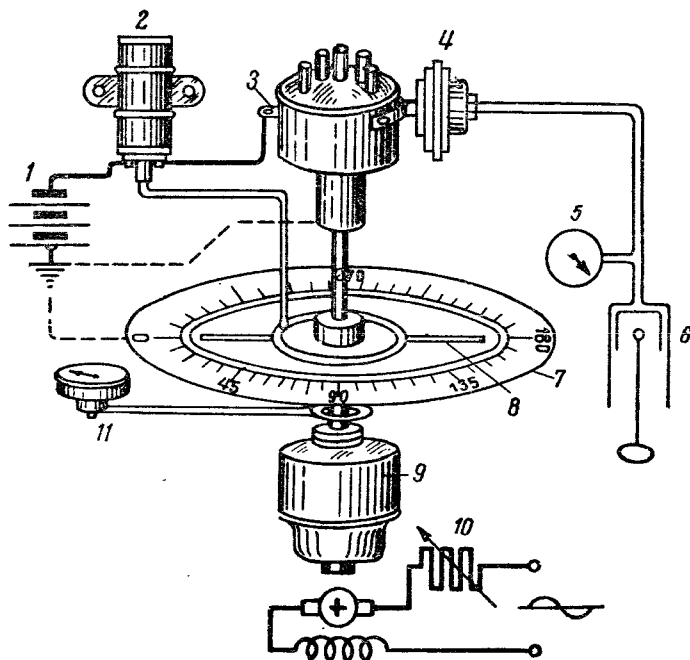


Рис. 79. Синхроскоп для проверки прерывателей-распределителей.

нен газом аргоном или неоном. Аргон дает синее свечение, а неон — оранжево-красное. Трубки монтируются в теле диска, изготовленного из эбонита или текстолита, и располагаются по диаметру диска. Для наблюдения за свечением трубок в теле диска имеются узкие щели. К вращающимся трубкам подводится высокое напряжение от индукционной катушки через скользящий контакт. Свечение газов в трубках появляется только при появлении импульса высокого напряжения, а так как длительность его очень мала, то вспышки почти мгновенно появляются и исчезают. Вокруг вращающегося диска располагается кольцо 7 (лимб), на котором нанесена шкала в градусах угла окружности.

Испытуемый прерыватель-распределитель устанавливается в зажимное приспособление, вал его соединяется с осью диска,

а вакуум-регулятор 4 с вакуум-насосом 6. Рычажок прерывателя 3 соединяют с индукционной катушкой 2 и аккумуляторной батареей 1, после чего включают электродвигатель синхроскопа. Вспышки газовых ламп появляются в виде светящихся полос, положение которых замечают по лимбу. Это позволяет произвести отсчет углов при проверке правильности расположения граней кулачковой шайбы, работы центробежного и вакуумного регулятора, момента зажигания, наличия погнутости вала кулачковой шайбы или износа шарнирных соединений прерывателя и регуляторов. На синхроскоп устанавливают магнито-электрический прибор, который позволяет определить сопротивление контактов, угол замкнутого состояния их и заедание в шарнире рычажка.

Синхроскоп, снабженный трехэлектродным разрядником и эталонным конденсатором, позволяет производить проверку индукционных катушек и конденсаторов, снятых с автомобиля.

§ 41. Комплект измерительных приборов КИПР-1. Комплект КИПР-1 состоит из комбинированного контрольно-измерительного прибора КИП-2, предназначенного для измерения напряжения постоянного тока 0—3 в, 0—15 в и 0—30 в; измерения сопротивлений 0—50 ом, 0—500 ом и 0—5000 ом, а также для измерения числа оборотов коленчатого вала двигателя с системой электрического зажигания. В комплекте КИПР-1 имеется трехэлектродный разрядник с неоновой лампой для измерения импульсов высокого напряжения систем зажигания. Кроме того, в комплекте КИПР-1 имеется моментоскоп МЗ-2 для проверки момента зажигания на работающем двигателе.

Пользуясь электрическим тахометром и моментоскопом, можно проверить работу центробежного регулятора угла опережения зажигания. Для наблюдения за моментом зажигания используется неоновая лампа яркого свечения, которая включается последовательно со свечой первого цилиндра и мгновенно освещает вращающийся маховик или шкив привода вентилятора (СХТЗ-НАТИ). Возможность видеть деления шкалы на вращающемся маховике или пометку на шкиве возникает благодаря тому, что неоновая лампа освещает маховик и указатель на картере в момент появления разряда на запальной свече первого цилиндра.

При проверке угла опережения зажигания, даваемого центробежным регулятором, следует исключить действие вакуумного регулятора и учитывать, что при батарейном зажигании углы по коленчатому валу в два раза больше, чем по прерывателю.

§ 42. Универсальные контрольно-испытательные стенды. Стенд КИС-2. Для контрольных испытаний и производства регуляторов прерывателей-распределителей, центробежных регуляторов угла опережения зажигания, индукционных катушек, конденсаторов и магнето, снятых с автомобилей и тракторов, применяется универсальный стенд.

Контрольно-испытательный стенд КИС-2 (рис. 80) завода АГЭ позволяет производить испытание всех агрегатов электрооборудования. Здесь мы рассмотрим только испытания и проверки, относящиеся к аппаратам зажигания.

На стенде КИС-2 можно произвести испытание магнето после ремонта, испытание индукционных катушек аппаратов батарейного зажигания и магнето, а также испытание прерывателей-распределителей аппаратов батарейного зажигания и центробежных регуляторов опережения зажигания.

Кроме проверки систем зажигания, стенд предусматривает испытание генераторов, реле-регуляторов и стартеров.

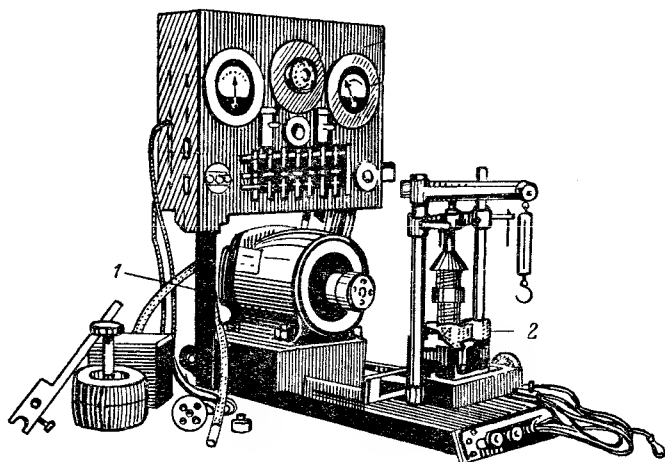


Рис. 80. Контрольно-испытательный стенд КИС-2.

Контрольно-испытательный стенд снабжен репульсионным электродвигателем *1* однофазного тока мощностью 0,6 кв, позволяющим в широких пределах изменять число оборотов якоря и направление вращения.

На станине стенда имеется зажимное приспособление *2* с центрирующим устройством в виде двух призм, передвигаемых двойным винтом с левой и правой резьбой. В это приспособление устанавливается испытуемый агрегат — прерыватель-распределитель, магнето, генератор или стартер.

Стенд *УКИС-М1*. В универсальном контрольно-испытательном стенде *УКИС-М1*, в отличие от стенда КИС-2, применен не репульсионный однофазный электродвигатель, а трехфазный короткозамкнутый асинхронный электродвигатель, который не допускает изменения числа оборотов якоря. Для изменения числа оборотов испытуемых агрегатов автотракторного электрооборудования стенд снабжен механическим вариатором, состоящим из двух раздвижных шкивов с клиновидным ремнем.

Изменение передаточного числа между валом якоря и валом испытуемого агрегата достигается вращением ручки вариатора, которая сближает щеку одного шкива и одновременно отдаляет щеку другого шкива. Если сближаются щеки ведущего шкива и отдаляются на ведомом шкиве, то клиновидный ремень на ведущем шкиве движется по большей окружности, а на ведомом — по меньшей, в результате чего ведомый вал вращается с большим числом оборотов. Вариатор позволяет изменять число оборотов вала испытуемого агрегата в пределах от 160 до 1400 об/мин и на второй ступени от 400 до 3500 об/мин. Мощность электродвигателя 1 кВт, что обеспечивает испытание генераторов до 500 вт.

При включении обмоток электродвигателя на «звезду» он питается электроэнергией от сети 380 в, а при включении на «треугольники» — от сети 220 в.

Для контроля за числом оборотов применяется механический тахометр, приводимый в действие рукояткой управления — вариатором.

Стенд оборудован амперметром с тремя шкалами: 0—5 а, 0—50 а и 0—500 а, а также вольтметром 0—30 в.

На стенде имеется вакуумный насос и вакуумметр для испытания вакуумных регуляторов угла опережения зажигания.

Стенд УКИС-М1 позволяет производить испытание автотракторных генераторов мощностью до 500 вт, регулировку и проверку реле-регуляторов, испытание стартеров по максимальному крутящему моменту при полном торможении, а также по току холостого хода. Испытание допустимо для стартеров, ток в которых не превышает 500 а.

На стенде можно испытывать магнето и агрегаты системы батарейного зажигания. Магнето испытывается: 1) для выявления его работоспособности при минимальном числе оборотов ротора, 2) на электрическую прочность изоляции вторичной обмотки, 3) на четкость работы прерывателя при наибольшем числе оборотов ротора, 4) на стойкость магнита от размагничивания, 5) на нагревание обмоток, 6) на бесшумность работы и 7) для определения работы автомата опережения зажигания.

Все виды испытания магнето проводятся на стенде. Магнето получает привод от электродвигателя. Провода высокого напряжения соединяют с трехэлектродными разрядниками (рис. 81). Между основными электродами устанавливают зазор в 7 мм. При 150 об/мин ротора на раннем зажигании для магнето СС4, СС6, М10, М18 искровой разряд должен появляться бесперебойно. В случае нефиксированного прерывателя испытания магнето ведут как при позднем, так и при раннем зажигании. Прерыватель должен обеспечить бесперебойное появление искры при 2500 об/мин ротора для СС4, 3000 об/мин для М10, 3600 об/мин для СС6 и 4500 об/мин для М24. Время испытания 30 секунд.

Магнето испытывается на длительную работу в течение 30 минут с одновременной проверкой на нагрев. Температура магнето не должна быть выше окружающей более чем на 40° .

Проверяется устойчивость магнита, т. е. его задерживающая сила, путем многократного (15 раз) замыкания первичной цепи при 2000 об/мин ротора магнето. Испытывается работоспособность прерывателя при наибольшем числе оборотов ротора магнето. Испытывается центробежный регулятор угла опережения зажигания магнето, если таковой имеется.

Испытание изоляции вторичной обмотки ведут в течение минуты при разрядниках с зазором 12—13 мм.

Испытания аппаратов батарейного зажигания проводят также на трехэлектродных разрядниках с зазором между электродами

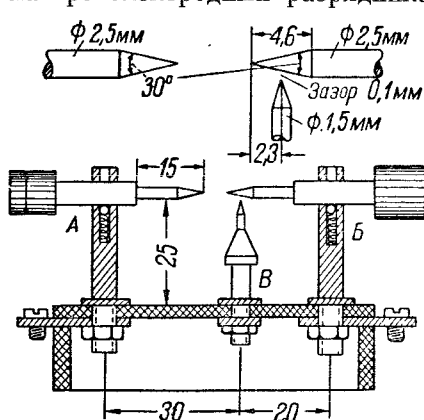


Рис. 81. Трехэлектродный разрядник.

3—4 минут при замкнутых контактах прерывателя и напряжении 6 в (без вариатора).

Изображенный на рис. 81 трехэлектродный разрядник смонтирован на постаменте из эбонита, текстолита или карболита. Держатели электродов изготовлены из бронзы, латуни или алюминия, а сами электроды — из никеля. Электрод А соединяется с «массой», а электрод В — с источником высокого напряжения; электрод В остается невключенным и получает заряд от электрода В через искровой промежуток 0,1 мм. Электрод В установлен для того, чтобы ионизировать пространство между главными электродами, что необходимо для устойчивой работы разрядника. С целью уменьшить обгорание, концы электродов слегка затуплены. Необходимо, однако, помнить, что после 30 часов работы разрядника форму острия необходимо восстанавливать.

Такой разрядник может косвенно служить высоковольтным вольтметром при питании разрядника от аппаратов зажигания,

но так как интенсивность искры и величина вторичного напряжения понижаются с повышением числа прерываний, то испытание проводят только при большом числе оборотов кулачковой шайбы (табл. 3). Рекомендуется перед испытанием прогреть индукционную катушку током, для чего необходимо дать малое число оборотов кулачковой шайбы (200—300 об/мин) и после 30 минут работы приступить к проверке соответствия техническим условиям. Прогреть катушку можно и в течение

считая на каждый миллиметр расстояния между электродами *А* и *Б* примерно 1500 в.

В стойках *А* и *Б* заложены пружины и шарики для фиксирования держателей электродов. Для замера расстояния между электродами применяют щупы или же на стержне электрода *А* делается шкала с делениями через 1 мм.

Испытание конденсаторов. Конденсаторы испытывают двояко: либо конденсатор, подлежащий проверке, сравнивают с эталонным, либо подвергают проверке отдельно от системы зажигания. Конденсатор проверяется на отсутствие пробоя изоляции между обкладками или обрыва обкладок и выводных проводников. Ухудшение состояния изоляции проверяют по току утечки.

Применяемая водителями проверка конденсаторов от аккумуляторной батареи 6 или 12 в через электрическую лампочку в 1—2 свечи позволяет только обнаружить короткое замыкание между обкладками конденсатора. Однако такая проверка не позволяет определить обрыв обкладок или ухудшение изоляции, вызывающей повышенную утечку тока. Часто после такой проверки конденсатор все же оказывается неработоспособным. Это объясняется тем, что э. д. с. самоиндукции при размыкании достигает 300 в, и конденсатор, выдерживающий напряжение 6 или 12 в, пробивается э. д. с. размыкания.

§ 43. Прибор для очистки запальных свечей и контроля их состояния. На современных автомобилях широкое применение получили свечи неразборного типа. Очистка их крайне затруднительна без применения специального оборудования. Ранее применявшиеся способы очистки металлическими щетками или трубкой с иглками дают малый эффект и в настоящее время все большее и большее применение получают пескоструйные аппараты, работающие сжатым воздухом.

Прибор для очистки и проверки свечей ОПС (рис. 82) состоит из чугунного корпуса 12, разделенного внутри на две камеры: в нижней помещена индукционная катушка Б-17 или КП-24 с электромагнитным прерывателем (зуммером), а в верхней камере

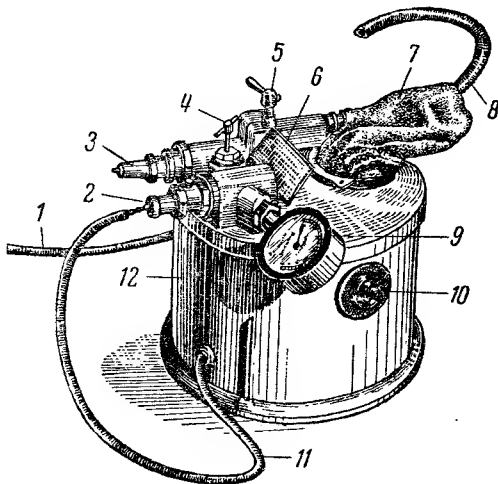


Рис. 82. Прибор для очистки и проверки запальных свечей ОПС.

помещен пескоструйный аппарат, состоящий из форсунки и резервуара с мелким кварцевым песком. Воздух от компрессора или баллона подводится по шлангу 8 к форсунке. На верхней части корпуса имеется матерчатый фильтр 7, улавливающий песок во время работы пескоструйного аппарата. Здесь же расположен трехходовой кран 5, пользуясь которым можно закрыть доступ воздуха в пескоструйный аппарат, открыть воздух в форсунку для очистки свечи от нагара или для продувки свечи от абразива после ее очистки. Свечу для очистки вставляют в резиновое кольцо 10.

Наверху имеется третья камера — камера давления, называемая барокамерой, в которую воздух подводится через кран 4. В этой камере свечи проходят испытание на искрообразование только после того, как они очищены от нагара и произведена проверка величины зазора между электродами.

Для наблюдения за появлением искрового разряда в свечах, расположенных в барокамере, в стенке последней имеется стекло и зеркало 6. Величина давления в барокамере контролируется манометром 9. Индукционная катушка питается от источника постоянного тока 12 через провод 1. Включается индукционная катушка кнопкой. Провод 11 высокого напряжения вначале соединяют с контрольной свечой 3, а затем с испытуемой свечой 2.

Свечи от нагара очищают кварцевым песком или другим мелким абразивом. Применение абразива объясняется тем, что юбочки изоляторов не глазированы. После очистки свечей на пескоструйном аппарате необходимо продуть внутреннюю часть свечи сжатым воздухом и внимательно осмотреть, нет ли внутри застрявших песчинок. Эта предосторожность необходима, так как при работе свечи на двигателе оставшиеся частицы абразива попадут в цилиндр и повредят его поверхность.

§ 44. Магнитометр. Для проверки состояния магнита магнето применяют магнитометры различной конструкции. Ранее применяли способ проверки магнита по силе притяжения полюсов магнита. С этой целью взамен снятой индукционной катушки магнето на полесгустители накладывается якорец из мягкой стали, затем магнит поворачивают в такое положение, при котором в якорьке создается наибольший магнитный поток. После этого с помощью динамометра якорец отрывают от полесгустителей и по величине необходимой силы определяют качество магнита. При этом учитывается и влияние воздушных зазоров между полюсами магнита и полесгустителями. Динамометр применяют рычажный или пружинный с контрольной стрелкой.

В настоящее время применяют магнитометры магнитного типа, в которых используется воздействие силы испытуемого магнита на стальной якорец (рис. 83). Якорец 2 изготовлен из мягкой стали и закреплен на оси, на которой закреплены также стрелка и спиральная пружина 4 (волосок). Пружина устанавливает якорец

и стрелку в исходное положение, при котором якорек располагается под некоторым углом к продольной оси сердечника 1 и 3 магнитометра. При установке последнего на полестружители магнето магнитный поток магнита намагничивает якорек и стремится повернуть его так, чтобы он расположился вдоль магнитных линий. Чем больше сила магнита магнето, тем ближе ось якорька расположится к оси сердечника и тем больше показания магнитометра.

Шкала прибора градуируется в тысячах максвелл или микровеберах и показывает величину магнитного потока. Для контрольных проверок магнитов на шкале имеется окрашенная зона, в пределах которой должна находиться стрелка при достаточной намагниченности.

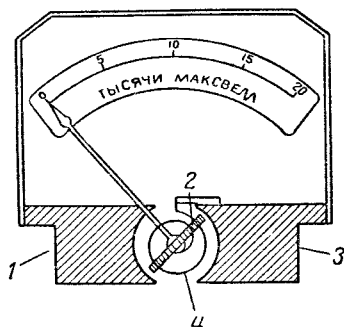


Рис. 83. Магнитометр.

Контрольные вопросы

1. Объясните устройство синхроскопа и его назначение.
2. Каково назначение прибора КИПР-1?
3. Какие проверки позволяет производить прибор ППЗ?
4. Как испытывается магнето и с помощью какого оборудования?
5. Каким прибором пользуются для измерения высокого напряжения в системах зажигания?
6. Устройство и назначение прибора ОПС.
7. Каким прибором проверяется магнитный поток постоянного магнита?

ГЛАВА X

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ЗАЖИГАНИЯ

§ 45. Установка аппарата батарейного зажигания на двигатель. Установить аппарат зажигания на двигатель — это значит согласовать момент воспламенения смеси в двигателе с нужным положением поршня и распределительного механизма и закрепить установленный аппарат. Порядок установки зависит от конструкции двигателя, т. е. от того, имеются ли метки на маховике или шкиве привода вентилятора, или имеется установочный шуп.

На двигателе ГАЗ-А для установки момента зажигания имеется шуп на крышке шестерен газораспределения и установка ведется в такой последовательности. Вывернув шуп, вставляют его концом в отверстие и, нажимая его, поворачивают заводной рукояткой коленчатый вал. Как только шуп войдет в углубление на ободу шестерни газораспределительного вала, вращение прекращают. При этом шуп фиксирует в. м. т. колена вала первого цилиндра в конце такта сжатия.

Манетку на рулевой колонке (она расположена слева) смещают вверх до отказа, что соответствует позднему зажиганию. Освобождают крепежный винт кулачковой шайбы и повертывают ее так, чтобы кулачок поднял рычажок прерывателя на максимальную величину. Проверяют зазор между контактами прерывателя (его величина должна быть 0,4 — 0,6 мм); если необходимо, производят регулировку. После этого устанавливают кулачковую шайбу в такое положение, при котором вырез, фиксирующий ротор распределителя, расположился против электрода первого цилиндра. Повертывают кулачковую шайбу в сторону, противоположную вращению ее при работе, до момента, когда контакты близки к замыканию, и в этом положении закрепляют винт кулачковой шайбы.

Для проверки правильности установки зажигания необходимо включить лампочку в 3—5 свечей между рычажком и «массой». Включив зажигание и придерживая щуп пальцем, медленно проворачивают коленчатый вал на два оборота. В момент совпадения щупа с углублением на ободу шестерни спираль лампочки должна накалиться, если момент прерывания точно согласован с положением вала. Если же свет появится раньше, чем щуп вошел в углубление, то установка произведена с опережением, и необходимо ее произвести заново.

После проверки надевают ротор токораспределителя и его крышку. Зажим высокого напряжения катушки соединяют с зажи-мом крышки, а свечи соединяют с токораспределителем.

При отсутствии лампочки момент размыкания контактов можно наблюдать по появлению высокого напряжения, для чего необходимо при вращении коленчатого вала провод, идущий от катушки к распределителю, держать удаленным от «массы» на 5—7 мм.

При работающем двигателе, если переместить манетку на рулевой колонке вниз до отказа, диск прерывателя повернется на угол 20°, что будет соответствовать опережению 40° по коленчатому валу.

На двигателе ГАЗ-М, в отличие от двигателя ГАЗ-А, щуп фиксирует не в. м. т. в конце такта сжатия, а опережение 18,5°, т. е. щуп входит в углубление, когда колено вала первого цилиндра не дошло до в. м. т. на угол 18,5°. Прерыватель-распределитель имеет центробежный регулятор угла опережения зажигания и, кроме того, снабжен октан-корректором.

На двигателях автомобилей ГАЗ-67Б применяют крышку распределительных шестерен двигателя двух типов: в крышке, имеющей маркировку АА-6019Z, щуп фиксирует положение коленчатого вала в в. м. т., а с маркировкой АА-6019 — в положении 18,5° до в. м. т.

Для установки прерывателя-распределителя типа Р-30 на двигатель с крышкой АА-6019Z необходимо обеспечить постоянное опережение 18,5°. Для этого необходимо при совпадении щупа

установить начало размыкания контактов прерывателя, предварительно выбрав люфт в приводе вала кулачка, затем на корпусе прерывателя-распределителя и стяжном хомуте нанести риску, после чего повернуть корпус против вращения кулачка так, чтобы между рисками было расстояние 7 мм, и в этом положении закрепить винт стяжного хомута.

В тех случаях, когда отсутствует щуп для установки зажигания, двигатели снабжаются метками на маховике и смотровым лючком с указателем. Так, например, у двигателя ЗИС-5 имеется метка на маховике 1—6, что соответствует в. м. т. для первого и шестого цилиндров; для наблюдения за меткой имеется смотровой лючок на картере маховика слева по ходу автомобиля; у двигателя ЗИС-120 лючок расположен справа за бензонасосом, а на маховике имеется черта с пометками в. м. т. 1—6, шкала $\pm 12^\circ$ и белая предупредительная полоска. У двигателя МЗМА имеется лючок справа, а на ободе маховика заделан шарик с меткой в. м. т. У двигателей ГАЗ-51 и ГАЗ-М20 («Победа») смотровой лючок и стрелки расположены слева над стартером, а в ободе маховика заделан шарик и шкала $12^\circ - 8^\circ - 4^\circ - 0 - 4^\circ - 8^\circ - 12^\circ$.

Для всех перечисленных двигателей при установке аппарата зажигания необходимо проделать следующие операции.

1. Определить такт сжатия в первом цилиндре. Для этого, вывернув запальную свечу первого цилиндра и плотно закрыв свечное отверстие пальцем, повернуть коленчатый вал и по давлению воздуха в цилиндре определить такт сжатия.

2. Совместить указатель смотрового лючка с пометкой на маховике.

3. Разъединить трубку разрежения от вакуум-регулятора (для новых моделей автомобилей ЗИС и ГАЗ).

4. Освободить стяжной винт хомута прерывателя-распределителя и повернуть его так, чтобы рычажок прерывателя имел максимальный подъем.

5. Проверить зазор между контактами (18 и 19 рис. 52) прерывателя; его величина для всех новых моделей 0,35—0,45 мм. В случае необходимости произвести регулировку эксцентриком 15.

6. Октан-корректор установить на нуль шкалы и закрепить.

7. Повернуть корпус прерывателя-распределителя так, чтобы ротор совпал с электродом 1 крышки.

8. Выбрать люфты привода распределителя, прижимая ротор против хода.

9. Включить замок зажигания.

10. Установить начало подъема рычажка прерывателя; для этого медленным поворотом корпуса прерывателя (навстречу вращению кулачковой шайбы) подвести рычажок к грани кулачка до появления искры между контактами.

11. Закрепить стяжной хомут и соединить трубку разрежения с вакуум-регулятором.

12. Закрывать крышку токораспределителя, соединить с индукционной катушкой, а провода соединить со свечами в порядке работы цилиндров, производя отсчет от первого электрода в сторону вращения ротора распределителя.

Порядок работы цилиндров следующий.

ГАЗ-А, ГАЗ-М1, ГАЗ-М20 и ГАЗ-69 — 1—2—4—3; МЗМА — 1—3—4—2.

ГАЗ-51, ГАЗ-63, ЗИМ, ЗИС-5, ЗИС-8, ЗИС-50, ЗИС-150 — 1—5—3—6—2—4.

ЗИС-110 — 1—6 — 2—5 — 8—3 — 7—4.

Рассмотренная установка зажигания называется установкой по в. м. т., так как установочный угол равен нулю.

Для двигателя ЗИС-5 установочный угол равен 5° опережения, т. е. необходимо колено вала первого цилиндра установить не в в. м. т., а под углом 5° . Это достигается тем, что черту на маховике с метками в. м. т. 1—6 не доводят до черты на смотровом лючке картера маховика на 18 мм.

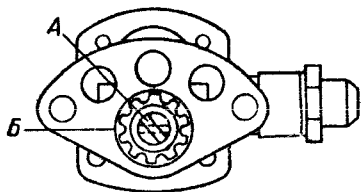


Рис. 84. Положение прорези для шипа прерывателя-распределителя в вале масляного насоса у двигателей ГАЗ-51 и ГАЗ-М20.

Прерыватель-распределитель ИГЦ-4221 снабжен центробежным регулятором угла опережения зажигания с ручной корректировкой на руле. Центробежный регулятор дает наибольший угол опережения по коленчатому валу $22 \pm 2^\circ$, ручная перестановка — 12° .

При установке аппаратов зажигания на двигатель ЗИС-5 следует правую манетку на руле повернуть вверх, что соответствует позднему зажиганию. При этом суммарный угол опережения зажигания равен $27 \pm 2^\circ$ при положении манетки на позднем зажигании и $39 \pm 2^\circ$ при положении манетки на раннем зажигании.

На автомобилях ЗИС-150, ГАЗ-М20 и ГАЗ-51 поворот корпуса распределителя ограничен трубкой разрежения вакуум-регулятора или шкалой октан-корректора в прерывателях-распределителях Р-20 и Р-23 нового образца. В том случае, если был снят масляный насос в двигателях ГАЗ-51 и ГАЗ-М20 или вынимали валик привода распределителя в двигателе ЗИС-120, перед установкой аппарата зажигания необходимо придать правильное положение прорези, передающей вращение валу прерывателя-распределителя. Для этого необходимо произвести следующее.

1. Пользуясь смотровым лючком и пометкой на маховике, установить колено вала первого цилиндра в верхнюю мертвую точку.

2. В снятом масляном насосе повернуть вал так, чтобы прорезь в торце заняла положение А (рис. 84).

3. Вставить масляный насос в блок двигателя. При этом шестерня вала насоса повернет его, так как зубчатки имеют вид-

товой зуб. Если прорезь займет горизонтальное положение *Б* и крепежные отверстия насоса совпадут, то установка произведена правильно и можно приступить к установке прерывателя-распределителя.

При установке аппарата батарейного зажигания на четырехтактный двигатель необходимо помнить, что кулачковая шайба прерывателя вращается в два раза медленнее коленчатого вала и допущенная ошибка на кулачковой шайбе удваивается на коленчатом валу.

Применение различных сортов бензина и различного количества антидетонационных присадок в этилированном топливе требует изменения угла опережения. Чем выше октановое число топлива, тем больше допускается опережение зажигания и наоборот.

Точная установка момента зажигания позволяет снизить расход топлива на 10%. Не следует забывать, что значат эти 10% в масштабе автотракторного парка Советского Союза. Правильная корректировка зажигания значительно удлиняет срок работы шатунно-кривошипного механизма и позволяет получать от двигателя максимальную мощность.

Порядок корректировки момента зажигания для новых моделей автомобилей следующий.

1. На автомобилях ГАЗ и ЗИС устанавливают электрический термометр, показывающий температуру охлаждающей жидкости в головке блока цилиндров двигателя; она должна быть 70—80°. Пользуясь термометром, контролируют нагрев двигателя. Прогрев двигателя достигается работой на месте с закрытым радиатором.

2. Автомобиль нагружают на 75% номинальной загрузки.

3. На ровном участке дороги развивают постоянную скорость на прямой передаче. Для грузовых машин скорость должна быть 20—25 км/час, для легковых 30—35 км/час.

3. Резким движением ноги открывают полностью дроссельную заслонку и дают автомобилю возможность развить скорость для грузовых до 50—60 км/час и легковых 70—90 км/час.

По появлению детонационных стуков или по их отсутствию определяют правильность установки момента зажигания; если необходимо, с помощью октан-корректора вносят поправки. Если автомобиль быстро набирает скорость и изредка слышны детонационные стуки в период разгона, то установка произведена правильно и не требует поправки. В том случае, когда стуки слышны непрерывно и регулярно, то слишком велик угол опережения зажигания. Для корректировки необходимо освободить винт октан-корректора и переместить прерыватель в сторону вращения кулачковой шайбы на одно деление, что соответствует уменьшению угла опережения на 2° по коленчатому валу. Затем испытание повторяют.

Пробеговые испытания для проверки установки аппарата зажигания можно проводить на подъеме или же на горизонтальном

участке дороги с притормаживанием автомобиля одновременно с открытием дросселя.

Во всех случаях испытаний следует пользоваться прямой передачей.

§ 46. Установка магнето на двигатель. Установка момента зажигания на двигателе от магнето имеет некоторые особенности против установки аппарата батарейного зажигания. Большинство тракторных двигателей и двигателей для комбайнов работает на магнето с фиксированным прерывателем и снабжены ускорителями. Так как эти двигатели работают при постоянном числе оборотов, поддерживаемом регулятором, то допускается постоянное опережение зажигания. Правда, это не вполне обеспечивает нормальную работу двигателя, так как изменение нагрузки требует также изменения угла опережения. Но в конструкциях магнето еще не применяют вакуум-регулятора.

Угол опережения зажигания, рекомендуемый заводом для каждого типа двигателей, предусматривает такое опережение, которое удовлетворяет номинальной мощности двигателя. Таким образом, при установке магнето мы должны обеспечить опережение, рекомендованное заводом; так, например, для СХТЗ угол должен быть 35° , для СХАТЗ-НАТИ — 40° .

Порядок установки магнето следующий.

1. Установить колено вала первого цилиндра в положение в. м. т. при такте сжатия. В двигателях СХТЗ и «Универсал» пользуются меткой ЗЖ или открывают передний люк картера и проворачивают за заводную рукоятку коленчатый вал. Одновременно наблюдают за движением первого поршня и третьим кулачком распределительного вала, считая от приводной шестерни. Как только поршень первого цилиндра поднимется, а третий кулачок будет своим выступом направлен вниз, вал останавливают. В связи с тем, что на коленчатый вал приходится смотреть не с торца, а сбоку, очень затруднительно точно установить в. м. т. при отсутствии метки; при наличии ее следует совместить метку ЗЖ с чертой лючка. Точная установка может быть достигнута, если в цилиндр из картера внести линейку до упора в нижнюю кромку поршня и поворотом коленчатого вала влево и вправо за ремень вентилятора или шкив найти крайнее положение поршня.

В двигателях СХАТЗ-НАТИ на шкиве привода вентилятора и на крышке шестерен распределителя имеются метки, при совмещении которых колено вала первого цилиндра находится при такте сжатия в положении в. м. т.

В двигателе С-60 (лигроиновом) на маховике есть пометка МАГ, а такт сжатия определяется при вывернутой свече первого цилиндра. Метка на маховике соответствует опережению 36° , а в старых выпусках — 30° .

2. Придать необходимое положение ротору магнето и токо-распределителю в зависимости от требуемого максимального угла

опережения зажигания для данного двигателя. Допустим, что устанавливается магнето СС4 на двигатель СХТЗ по в. м. т., а не по метке ЗЖ. В магнето СС4 шестерня токораспределителя имеет 80 зубцов. Находим, сколько градусов окружности занимает один зубец: $360 : 80 = 4,5^\circ$. Так как шестерня токораспределителя вращается в два раза медленнее коленчатого вала, то каждый зубец соответствует 9° по коленчатому валу.

У двигателя СХТЗ максимальный угол опережения зажигания $35-36^\circ$; чтобы придать правильное положение магниту, т. е. дать тот же угол, мы пользуемся шестерней токораспределителя. Находим, что 36° по коленчатому валу соответствуют $36 : 9 = 4$ зубцам по шестерне токораспределителя.

Снимаем одну щеку токораспределителя (левую со стороны привода) и поворачиваем ротор магнето в сторону, противоположную его вращению при работе, до совмещения риски на шестерне с риской на крышке (рис. 72), а затем поворачиваем в сторону вращения так, чтобы четвертый зуб от риски совпал с меткой на крышке.

Вращение ротора в противоположном направлении требуется для избежания зацепления защепок ускорителя. Это можно сделать и иным путем: или подъемом защепок пальцем в открытых ускорителях, или проволокой в закрытых ускорителях, или положив магнето на бок.

3. Удерживая ротор от произвольного провертывания, установить магнето на площадку двигателя и соединить розетки муфты привода двумя болтами.

4. Провод от токораспределителя, соединенный с клеммой, совпадающей с электродом ротора, соединить с запальной свечой первого цилиндра, а следующие провода в порядке работы цилиндров двигателя, т. е. 1—3 — 4—2.

В тех двигателях, где маховик имеет пометки МАГ или ЗЖ, на магнето риски следует совместить и отсчета по зубцам не делать.

Таким образом, установка зажигания произведена по наибольшему углу опережения зажигания.

При пуске двигателя ускоритель вступает в работу, и опережение зажигания либо становится очень малым, либо момент прерывания будет поздним в зависимости от типа ускорителя. Это объясняется тем, что от момента зацепления защепки до ее сбрасывания ведущий флянец поворачивается на $75-80^\circ$, и если угол запаздывания при работе ускорителя 30° (табл. 6), то при произведенной установке в период пуска опережение зажигания равно $36^\circ - 30^\circ = 6^\circ$.

Если угол запаздывания при работе ускорителя 40° , то угол запаздывания зажигания $40^\circ - 36^\circ = 4^\circ$, т. е. разряд появится на свече на 4° за в. м. т.

Магнето связано с валом привода муфтой, на флянцах которой просверлен ряд отверстий для соединительных болтов, причем

Таблица 7

Углы опережения зажигания и установки магнето на двигатель

Марка машины	Угол опережения зажигания	Установочные метки на двигателе	Положение меток шестерни распределителя магнето ОС4	Направление вращения магнита	Порядок работы цилиндров двигателя
СХТЗ (копья.) и У-2	35°	Метки на маховике ЗИЖ	Риски совмещать	Правое	1—3—4—2
СХАТЗ-НАТИ	40°	Риски на шкиве привода вентилятора и на передней крышке шестерен распределителя Метка на маховике МАГ и стрелка на корпусе двигателя	4,5 зубца ниже риски крышки магнето	Правое	1—3—4—2
С-60 (литровый новый)	36°	Метка ЗИЖ на маховике и риска на картере	Риски совпадают	Правое	1—3—4—2
С-65 (пусковой двигатель В-20)	24°	Щуп на шестерне распределителя	Риски совпадают	Левое	1—2
ГАЗ-НАТИ (типа А)	30—32°	Щуп на шестерне распределителя	3,5 зубца выше риски крышки	Левое	1—2—4—3
ГАЗ-НАТИ (типа М)	30—32°	Щуп на шестерне распределителя фиксирует 18° до в. м. т.	1,5 зубца выше риски крышки магнето	Левое	1—2—4—3
КД-35 и ДТ-54 (пусковой двигатель ИД-40)	45°	Поршень не доводит до верхнего положения на 6,5 мм (27° до в. м. т.)	Нет	Правое	Одноцилиндровый

на одном флянце имеется 16 отверстий, а на втором — 18. Такое устройство соединительной муфты позволяет перемещать один флянец относительно другого на $2,5^\circ$.

После установки магнето следует проверить соответствие момента зажигания. Для этого необходимо дать двигателю поработать, чтобы прогреть его до нормальной температуры, после чего в зависимости от характера работы, производимой трактором, при включенной второй или третьей передаче дать нагрузку (например, при движении трактора по пашне включить в работу плуг). Если при этом появятся регулярные детонационные стуки, то угол опережения необходимо уменьшить, для чего надо вынуть из флянца муфты стяжные болты и ротор магнето сместить на одно отверстие, т. е. на $2,5^\circ$, против хода и вновь соединить муфту.

В том случае, когда детонационные стуки появляются нерегулярно и только в момент нагрузки, зажигание установлено верно и корректировки не требуется.

При полном отсутствии стуков угол опережения зажигания требуется увеличить.

Для двигателей, имеющих в системе питания подачу воды, корректировку угла опережения необходимо производить при включенной подаче воды.

Часто применяющийся практиками способ установки магнето по моменту сброса защелки недопустим, так как он не дает нужного угла опережения зажигания для двигателя; величина погрешности, внесенная такой установкой, зависит от угла запаздывания при работе защелок ускорителя. Такая установка часто является причиной перерасхода топлива и пониженной мощности двигателя. Так, например, если установка сделана по моменту сброса защелки (по щелчку) в в. м. т. и угол запаздывания, даваемый ускорителем, 47° , то при работе двигателя будет опережение зажигания 47° , а не 36° , что требуется для СХТЗ.

При установке магнето М18 число зубцов отсчитывается примерно вдвое меньше, так как шестерня распределителя имеет не 80, а 42 зубца.

Автотракторные механики нередко сталкиваются с вопросом необходимости применения магнето на автомобиле ЗИС-5. При наличии магнето СС6, т. е. предназначенного для шестицилиндрового двигателя, это не встречает затруднений. Но часто имеется тракторное магнето СС4 или М18. В таком случае распределитель тока магнето непригоден для обслуживания шестицилиндрового двигателя. Задача решается так: магнето СС4 устанавливают на двигатель и соединяют с валиком водяного насоса. Все четыре провода токораспределителя магнето объединяют в один, который соединяют с центральным электродом крышки токораспределителя батарейного зажигания, после чего замечают положение ротора распределителя относительно крышки, соединяют с первой свечой, а остальные электроды крышки соединяют с запальными

свечами двигателя в порядке их работы, т. е. 1—5—3—6—2—4. Таким образом, магнето является источником высокого напряжения, а прерыватель-распределитель батарейного зажигания используется только как токораспределитель.

При установке магнето на автомобильный двигатель необходимо освободить упорные винты прерывателя так, чтобы он мог поворачиваться в сторону запаздывания на 30° — 35° и с помощью рычажка и манетки на руле можно было изменять угол опережения зажигания, что крайне необходимо, так как двигатель работает при переменном числе оборотов и переменной нагрузке. Магнето должно быть левого вращения.

В связи с тем, что ротор магнето на шестицилиндровом двигателе вращается в полтора раза быстрее коленчатого вала, поворот прерывателя на 30° будет соответствовать повороту коленчатого вала на 20° . И если магнето без ускорителя установлено на двигатель по максимальному опережению 39° , что требуется для ЗИС-5, то при повороте прерывателя в положение позднего зажигания на 30° мы уменьшим опережение по коленчатому валу на 20° и останется опережение 39° — 20° = 19° .

При таком опережении пуск двигателя опасен, так как может быть обратный удар. Поэтому рекомендуется устанавливать магнето с ускорителем, что безусловно устраняет возможность обратного удара и облегчает пуск двигателя. Однако при наличии ускорителя и нефиксированного прерывателя в период пуска двигателя следует перемещать прерыватель в положение полного опережения, так как в противном случае пустить двигатель не удастся, потому что появление разряда на свечах будет происходить с большим запаздыванием.

§ 47. Уход за системой зажигания. Для длительной и надежной работы агрегатов системы зажигания необходим правильный технический уход. Отсутствие технического ухода и плохое знание работы системы зажигания являются основными причинами, вызывающими частые простои автомобилей, тракторов, комбайнов и других машин, работающих от карбюраторного двигателя.

В зависимости от типа системы зажигания (т. е. магнето или батарейное) технический уход несколько изменяется. Однако общие положения следующие.

1. Ежедневно при осмотре двигателя удаляют пыль и грязь с агрегатов электрооборудования. Особенно в этом нуждаются детали высокого напряжения: токораспределитель, провода и внешняя часть изоляторов свечей.

Проверяют исправность изоляции проводов и их соединений.

2. Через 900—1000 км пробега автомобиля или 20—30 часов работы трактора проверяют величину зазора между контактами прерывателя и чистоту контактных поверхностей. При обнаружении загрязнения контакты необходимо промыть бензином и вытереть сухой тканью. При большом окислении поверхности

следует очистить надфилем или пластинкой из абразива (отнюдь не применять наждачной или стеклянной бумаги), после чего промыть контакты и установить величину зазора соответственно техническим условиям завода (0,35—0,45 мм для батарейного зажигания и 0,25—0,35 мм для магнето). Для проверки зазора надо пользоваться круглым щупом, а не плоским. Регулируется зазор так, чтобы щуп диаметром 0,35 мм проходил, а 0,45 мм не проходил. При осмотре контактов прерывателя необходимо проверить совпадение центров контактных напаяек, а также плотность прилегания поверхностей в замкнутом состоянии.

Производят смазку — для магнето СС4, СС6 и М10 заливают в масленку со стороны токораспределителя 20—30 капель костяного масла и со стороны прерывателя до 10 капель. Валик прерывателя-распределителя батарейного зажигания смазывается колпачковой масленкой, которую нужно повернуть на $\frac{1}{4}$ оборота, а там, где масленка для жидкого масла (ГАЗ-АА), залить 3—5 капель автола 4 или 6. На войлочные подушки (одна под ротором распределителя, а другая для смазки кулачка) необходимо пустить 1—2 капли автола. При отсутствии второй подушки кулачок смазать тонким слоем технического вазелина или солидолом. Ось рычажка смазать 1—2 каплями костяного масла.

Для проверки системы батарейного зажигания при проведении технического обслуживания рекомендуется пользоваться прибором ППЗ. Проверка своевременного момента воспламенения смеси производится на пробеговом испытании (см. § 45).

4. Через 2700—3000 км пробега автомобиля или 50—75 часов работы трактора, кроме указанного ранее, следует произвести очистку запальных свечей от нагара, произвести регулировку зазора между электродами свечи (0,7 мм) путем подгибания бокового электрода и испытать свечу под давлением. Эти операции выполняют на приборе ОПС.

5. Через 5400—6000 км пробега автомобиля или 100—150 часов работы трактора выполняются операции технического обслуживания, предусмотренные в пунктах 1, 2, 3 и 4; кроме того, надлежит проверить состояние электродов токораспределителя и в случае окисления их и отложения смолистого слоя на поверхности изоляционных деталей следует очистить электроды стеклянной бумагой, а изоляторы — ветошью, смоченной в бензине.

При зажигании от магнето через 100 часов работы свечи следует поменять местами — для четырехцилиндровых двигателей крайние в середину, а средние на крайние цилиндры. В шестицилиндровых двигателях — свечи первых трех цилиндров со свечами остальных трех цилиндров. Такая перестановка позволит получить равномерный износ электродов свечей при работе магнето, в котором число прерываний за один оборот равно числу полюсов магнита.

Когда нет свечей, рекомендованных заводом для данного типа двигателей, следует произвести подбор свечей в соответствии с тепловым балансом.

При правильно подобранной свече, нормальном составе рабочей смеси, нормальном уровне масла в картере двигателя и хорошем состоянии поршневых колец юбочка изолятора свечи должна иметь коричневый цвет.

Если свеча перегревается, то юбочка имеет светлосерый цвет, а в свечах с глазированной юбочкой на поверхности появляются пузырьки расплавившейся глазури. В этом случае следует заменить ее свечой с более короткой юбочкой, т. е. свечой более «холодной».

В процессе эксплуатации свечи приходится очищать от нагара. Отложение копоти особенно интенсивно происходит в пусковой период и при прогреве двигателя. В этих случаях воздушная заслонка находится в прикрытом положении, рабочая смесь обогащена, и холодная юбочка изолятора покрывается копотью. Если свеча разборная, очищать ее от нагара удобно в разобранном виде. Для легкости удаления нагара рекомендуют предварительно размягчить его керосином.

При наличии пескоструйного аппарата для очистки свечей отпадает необходимость в их разборке с целью удаления нагара, в результате чего срок работы свечи удлиняется.

§ 48. Неисправности в системах зажигания и их определение. В системе батарейного зажигания и от магнето встречаются неисправности, общие для обеих систем; они сводятся к следующему.

Неисправность: двигатель перегревается, имеет пониженную мощность, коленчатый вал не развивает большого числа оборотов как под нагрузкой, так и без нее.

Причина: неправильно установлен момент зажигания, т. е. зажигание чрезмерно позднее.

Неисправность: двигатель перегревается, слышны детонационные стуки, мощность понижена.

Причины: 1) чрезмерное опережение зажигания; 2) свечи «очень горячие» и происходит калильное зажигание; 3) используется топливо с малым октановым числом; 4) в зимних условиях — заморожен нижний резервуар радиатора и головка двигателя перегрета; 5) включен подогрев карбюратора в жаркое время года; 6) слишком обеднена смесь; 7) нет подачи воды в цилиндры тракторного двигателя.

Неисправность: при исправной системе питания и исправном распределительном механизме двигателя возникают «выстрелы» во всасывающей трубе («чихание» в карбюраторе).

Причина: калильное зажигание или нарушен порядок токо-распределения (перепутаны провода).

Неисправность: одна из свечей перегревается и верхняя часть изолятора покрыта копотью.

Причина: нарушена герметичность между корпусом и изолятором свечи.

Неисправность: не все цилиндры работают при исправном состоянии двигателя.

Причины: 1) повреждена изоляция проводов высокого напряжения и происходит пробой на «массу»; 2) имеется обрыв в проводе высокого напряжения; 3) неисправное состояние свечи (свеча закопчена, или пробит изолятор, или нарушен зазор между электродами); 4) поврежден токораспределитель — пробой изоляции крышки или щек; обломлены электроды; загрязнен токораспределитель, вследствие чего происходит пробой по грязи; 5) неисправен прерыватель; заедание рычажка на оси; пружина потеряла упругость; окислились контакты; изношены грани кулачковой шайбы; большой люфт в подшипниках; плохой контакт между прерывателем и первичной обмоткой; нарушена величина зазора между контактами; плохой контакт в замке зажигания.

Неисправность: при батарейном зажигании двигатель хорошо заводится и работает на малых оборотах, а при большом числе оборотов появляются перебои.

Причины: велик зазор между контактами прерывателя: окислились контакты; ослабла пружина рычажка или имеется заедание в шарнире рычажка.

Неисправность: при подъеме рычажка прерывателя от руки (батарейное зажигание) появляется сильная искра между проводом высокого напряжения индукционной катушки и «массой», но двигатель плохо заводится и работает с перебоями.

Причина: при металлическом рычажке — изнашивается пяточка и грани кулачковой шайбы контактируют с рычажком.

Неисправность: при размыкании контактов прерывателя между ними наблюдается сильное искрение, а на электродах свечи искра появляется не регулярно и очень бледная.

Причины: слишком мал зазор между контактами прерывателя; замаслены контакты; плохой контакт между конденсатором, прерывателем и «массой»; поврежден конденсатор, т. е. обрыв обкладок или плохое соединение их с корпусом или выводным проводом.

Неисправность: отсутствует высокое напряжение между катушкой и «массой», а между контактами прерывателя не наблюдается никакой искры.

Причины: пробит конденсатор; замыкается рычажок на «массу» помимо контактов; отсутствует ток в первичной обмотке.

Неисправность: отсутствует ток в первичной обмотке при батарейном зажигании.

Причины: неисправен включатель зажигания; обрыв проводов; окислились контакты прерывателя или зажимы батареи; ослабли зажимы катушки, амперметра или замка зажигания; перегорел вариатор.

Неисправность: пониженное напряжение на всех свечах при батарейном зажигании при исправном прерывателе и конденсаторе.

Причины: окислились зажимы аккумуляторной батареи или она сильно разряжена.

Неисправность: отсутствует высокое напряжение на всех свечах при батарейном зажигании, наличии первичного тока и исправном прерывателе и конденсаторе.

Причины: разрыв в проводе, соединяющем индукционную катушку с распределителем; пробой изоляции вторичной обмотки; пробой ротора распределителя.

Неисправность: при зажигании от магнето типа СС и М10 наблюдается искра на свечах через одну, т. е. либо в 1 и 4, либо в 2 и 3.

Причина: износ одного размыкающего выступа кулачковой шайбы или погнутость цапфы, на которой она укреплена.

Неисправность: отсутствует искра на всех свечах.

Причины: провод, выключающий зажигание, замкнулся на «массу»; не замыкаются контакты вследствие поломки пружины рычажка или его заедания на оси, или при износе пяточки; поломка зубцов шестерен распределителя; пробой ротора распределителя на «массу».

Неисправность: затрудненный пуск двигателя и работа с перегревом при магнето с ускорителем.

Причина: срезана шпонка ведомой муфты, вследствие чего ускоритель сместился относительно ротора магнето.

Неисправность: при работе двигателя с магнето наблюдаются все признаки позднего зажигания, а при проверке момента зажигания неточность не обнаруживается.

Причина: слабая пружина ускорителя, вследствие чего при работе двигателя ротор вращается с отставанием на некоторый угол.

Неисправность: магнето дает пониженное напряжение и затруднен пуск при исправном состоянии прерывателя, индукционной катушки и ускорителя.

Причина: магнит требует намагничивания.

Контрольные вопросы

1. Объясните последовательность установки аппарата батарейного зажигания на двигатели ГАЗ-А и ГАЗ-51.
2. Как проверить правильность установки аппарата зажигания на ходовом автомобиле?
3. Как правильно установить масляный насос на автомобилях ГАЗ-51 и ГАЗ-69 и чем вызвана необходимость такой установки?
4. У каких двигателей установка момента зажигания производится по в. м. т. и у каких имеется установочный угол опережения?
5. Как пользоваться отверстиями фланцев муфты привода при корректировке момента зажигания?
6. Почему не следует производить установку магнето по спуску защелки (по щелчку) ускорителя?

7. Как использовать магнето четырехцилиндрового двигателя на двигателе ЗИС-5 в случае отсутствия аккумуляторной батареи?

8. Какою неисправностью вызывается падение мощности двигателя и его перегрев?

9. Какие причины вызывают «выстрелы» («чихание») в карбюраторе?

10. Какие причины вызывают «металлические» (детонационные) стуки при работе двигателя под нагрузкой?

11. Вследствие каких причин приходится производить частую чистку контактов прерывателя?

12. Чем объяснить, что при зажигании от магнето на двух свечах (1 и 4) четырехцилиндрового двигателя имеется высокое напряжение, а на двух его нет?

13. Где и в какой последовательности следует искать причину в случае отсутствия высокого напряжения на всех свечах двигателя? Зажигание батарейного типа.

14. То же явление, но при зажигании от магнето?

15. Почему магнето без ускорителя при вращении от руки дает искру, а при ускорителе не дает?

16. Объясните установку момента зажигания на двигателях СХАТЗ-НАТИ, С-60, В-20 и ЗИС-21.

17. Почему при исправном ускорителе невозможен обратный удар при пуске двигателя?

18. Как отразится на работе аппарата зажигания пробой конденсатора и как повлияет его отключение?

ГЛАВА XI

РЕМОНТ АГРЕГАТОВ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ

§ 49. Ремонт запальных свечей. Запальные свечи, поступающие в ремонт, могут иметь следующие неисправности: повышенный зазор между электродами, поломку бокового электрода, повреждение изолятора центрального электрода, нарушение герметичности между изолятором и корпусом свечи, повреждение резьбы на корпусе свечи или стержне центрального электрода, отложение нагара на юбочке изолятора и внутренней полости свечи. Поступающие в ремонт запальные свечи перед дефектовкой подлежат очистке на пескоструйном аппарате независимо от того, разборный или неразборный тип свечи. После очистки проверяют состояние резьбы на корпусе свечи и стержне центрального электрода; при хорошем состоянии их устанавливают зазор между электродами 0,7 мм и запальную свечу испытывают на наличие разряда при давлении воздуха 8—9 кг/см² в течение 1 минуты (ГОСТ В-2043—43).

При испытании запальной свечи на герметичность давление должно быть 10 кг/см² в течение 30 секунд и при этом свеча не должна иметь пропуска воздуха.

При наличии пробоя в изоляторе свечи между электродами разряда не будет. Если запальная свеча разборного типа, то производят замену изолятора, а в случае плохой герметичности крепления изолятора производят переборку свечи. Свечи неразборные при наличии этих неисправностей ремонту не подлежат.

Неразборные свечи даже при отсутствии бокового электрода перед ремонтом подлежат очистке на пескоструйном аппарате с последующей проверкой на герметичность и отсутствие пробоя в изоляторе свечи. В этом случае наличие электрического разряда между центральным электродом и корпусом свечи проверяется при атмосферном давлении. При хорошей герметичности и отсутствии повреждения изолятора производят установку нового бокового электрода. Материалом для изготовления является центральный электрод, вынутый из свечи, не поддающийся ремонту.

Для крепления электрода необходимо в торце корпуса свечи сделать отверстие по диаметру электрода на глубину 3,5 мм, в которое электрод должен входить под легкими ударами медного молотка. Закрепляют электрод чеканкой или кернером.

Подобным способом производят замену изношенного бокового электрода. Старый электрод спиливают на уровне корпуса свечи, взамен его укрепляют новый и подгибанием устанавливают зазор между электродами. Величину зазора проверяют двусторонним щупом, изготовленным из стальной проволоки диаметром 0,6 и 0,8 мм. При правильной установке величины зазора между электродами должен входить щуп 0,6 мм и не входить 0,8 мм.

Перед сборкой запальной свечи нижнее уплотняющее кольцо из меди следует отжечь, т. е. нагреть до темнокрасного каления и быстро остудить в воде. После отжига кольцо будет мягким и при затяжке ниппеля даст хорошее уплотнение. При сборке нужно установить верхнее кольцо из латуни. Его назначение — не только уплотнение соединения, но, главное, устранение непосредственного действия стального ниппеля на изолятор и предотвращение возможности разрушения изолятора.

При разборке и сборке свечи необходимо пользоваться только торцевыми или накидными ключами, чтобы все грани участвовали в передаче усилия. При затяжке ниппеля не следует делать рывков ключом и прилагать большое усилие.

§ 50. Ремонт прерывателей-распределителей. При эксплуатации системы зажигания происходит естественный износ контактов прерывателя, опорной текстолитовой пяточки рычажка прерывателя, граней кулачковой шайбы, шарнирных соединений прерывателя и автоматов, регулирующих угол опережения зажигания. Изнашиваются также втулки вала привода и шарикоподшипник, на котором установлен подвижной диск прерывателя. Кроме того, под действием электрического разряда разрушается поверхность электродов токораспределителя.

Работа прерывателя и регуляторов угла опережения зажигания нарушается не только в результате износа шарнирных соединений, но также и вследствие потери упругости пружин.

В зависимости от состояния контактов прерывателя их ремонт может ограничиться зачисткой рабочих поверхностей, если толщина контактной пластинки не меньше 0,5 мм. Зачистку про-

изводят мелкозернистым бруском или торцевой частью абразивного камня, установленного на вал небольшого электродвигателя или электродрели.

Поверхность контактов прерывателя должна быть плоской и хорошо (не менее 90%) прилегать ко второму контакту. Оси контактов при замкнутом состоянии не должны иметь смещения больше 0,25 мм. Величина зазора между контактами при наибольшем подъеме рычажка должна быть 0,35—0,45 мм для батарейного зажигания.

Контакты подлежат замене новыми в случаях большого их износа (тоньше 0,5 мм), наличия глубоких раковин или отколотых мест.

Удаление старых контактов производят путем отпайки их, которую легко осуществить с помощью угольного электрода и аккумуляторной батареи стартерного типа. Рычажок или контактодержатель зажимают в тиски, с которыми соединяют зажим — аккумуляторной батареи типа З-СТ. К зажиму + батареи присоединяют провод с закрепленным на конце углем от дугового фонаря. Уголь должен быть заточен на конце. При касании углем к контакту, подлежащему удалению, последний нагревается до светлокрасного каления и твердый припой расплавляется. После чего углем смещают контактную пластинку с места пайки.

Перед пайкой нового контакта необходимо одну из поверхностей его зачистить и смочить раствором буры в воде. То же следует сделать и с местом посадки старого контакта. Затем на место посадки накладывают небольшой кусок серебряного припоя ПСР 70, содержащего 70% серебра и 30% латуни; при отсутствии такового — кусочек латунной фольги, поверх которого кладут вольфрамовый контакт. Прикасаясь углем на 2—3 секунды, нагревают контакт; как только из-под него появится расплавленный припой, уголь следует удалить.

Сечение проводов, соединяющих аккумуляторную батарею с тисками и углем, должно быть не менее 10—16 мм², чтобы они не нагревались и в них не было большого падения напряжения.

Пайку контактов твердым припоем удобно проводить на приспособлении (рис. 85), которое легко изготовить в любой ремонтной мастерской. Приспособление состоит из металлического постамент 1 с укрепленным на нем рычагом 3 и изолированной от постамент опорой 5. На рычаге укреплен угледержатель 4. Для разгрузки шарнира рычага от тока установлена пружинная шина 2, изготовленная из полосок латуни.

При износе опорной пяточки рычажка прерывателя послевоенного выпуска (кроме ЗИС-110) производится замена рычажка новым, то же делается и при потере упругости пружины. В прерывателях старых типов автомобилей ГАЗ-АА, ГАЗ-ММ, ГАЗ-М1 и ЗИС-5 новая текстолитовая пяточка может быть приклепана

к старому рычажку, в котором производят и замену изношенной втулки шарнира.

Ремонт изношенных кулачковых шайб и валика центробежного регулятора угла опережения зажигания возможен при наличии оборудования, позволяющего восстановить номинальные размеры деталей, имеющих большую твердость рабочей поверхности.

Восстановление размеров кулачковой шайбы производят наплавкой твердых сплавов с последующей шлифовкой на шлифовочно-копировальном станке. Валик восстанавливают путем хромирования. Люфты, возникающие в результате износа осей грузиков центробежного регулятора, устраняют путем замены осей новыми, увеличенного размера, с разверткой отверстий в грузиках под ремонтный размер.

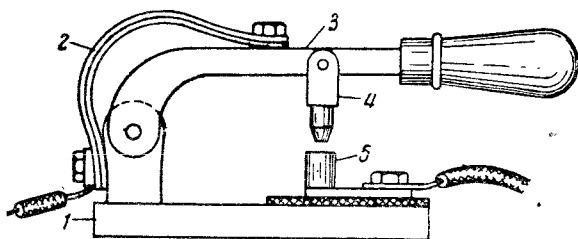


Рис. 85. Приспособление для напайки вольфрамовых контактов.

Возникший люфт между роликом грузика и флянцем кулачковой шайбы устраняют подгибанием боковых ребер овального отверстия.

Вал привода прерывателя-распределителя при наличии выработки подлежит шлифовке, а втулки из пористой бронзы — замене новыми. Шарикоподшипник подвижного диска перед сборкой прерывателя надлежит промыть и смазать. При наличии поврежденных проволочек в канатике, соединяющем подвижный диск с корпусом прерывателя, необходимо заменить канатик новым.

Отремонтированный центробежный регулятор угла опережения зажигания проверяется на синхроскопе до того, как будет произведена полная сборка прерывателя-распределителя. Он устанавливается в приспособление, в котором использован корпус прерывателя-распределителя с вырезанными боковыми сторонами, что обеспечивает доступ к пружинам центробежного регулятора. На синхроскопе проверяют работу центробежного регулятора и производят регулировку пружин для получения характеристики, соответствующей техническим условиям. В том случае, когда угол опережения, даваемый регулятором при заданном числе оборотов, больше указанного в табл. 3, следует повысить натяг пружин путем отгибания крючков. Однако следует учитывать, что одну

из пружин устанавливают без предварительного натяга; она вступает в действие при большем числе оборотов.

Основной неисправностью вакуумного регулятора угла опережения зажигания является потеря герметичности, вызванная повреждением диафрагмы.

Для замены поврежденной диафрагмы необходимо развальцевать корпус регулятора, удалить заклепку крепления тиги регулятора и последнюю приклепать к новой диафрагме, после чего ее устанавливают в корпус, вновь завальцовывают и проверяют герметичность.

Проверка работы вакуумного регулятора производится в собранном прерывателе-распределителе на синхроскопе с использованием вакуумного насоса и вакуумметра. В случае расхождения в показаниях с табличными данными необходимо изменить упругость пружины, увеличивая или уменьшая число регулировочных шайб. Если при вакууме, указанном в табл. 3, угол опережения будет меньше, то необходимо уменьшить число шайб и наоборот.

Ремонт индукционных катушек не предусматривает перемотки обмоток, так как она в условиях ремонтных мастерских требует специального оборудования для вакуумной пропитки изоляционным составом. Обычно ремонт ограничивается восстановлением резьбовых соединений или заменой карболитовой крышки с выводными клеммами, которую производят в случае большого повреждения. При наличии пробитых мест в изоляции вывода высокого напряжения возможно восстановление карбинольным клеем.

Индукционные катушки магнето при наличии поверхностного пробоя изоляции могут быть восстановлены так: зачищают место пробоя с целью удалить отложившийся углерод, после чего накладывают лакоткань с пропиткой лаком и просушивают. Иногда достаточно бывает покрыть лаком в два-три слоя, не применяя лакоткани.

§ 51. Ремонт магнето. При ремонте магнето устраняют механические неисправности: погнутость цапф (магнето ССА) или погнутость вала (магнето М18), повреждение посадочного места для ускорителя, повреждения резьбовых соединений, задранные места на полюсных наконечниках магнита или полесгустителей. Производят замену изношенных шарикоподшипников, поврежденных шестерен токораспределителя и его деталей из пластмассы.

Ремонт прерывателя магнето аналогичен ремонту прерывателей системы батарейного зажигания. Перед ремонтом вращающегося магнита рекомендуется его размагнитить, что достигается вводом магнита в катушку, питаемую переменным током. Такая мера устранил возможность притягивания магнитом стальных стружек и опилок.

Перед сборкой магнето после ремонта магнита последний вновь намагничивают на электромагните, питаемом постоянным

Создание аккумуляторов и их совершенствование многим обязано открытиям русских ученых. Так, например, В. В. Петровым в начале прошлого столетия было установлено наличие вторичного тока при электролизе. В 1834 г. русским академиком Э. Х. Ленцем были открыты основные законы гальванической поляризации. В 1860 г. по совету русского академика Б. С. Якоби был впервые создан французским академиком Планте свинцовый аккумулятор. В 1881 г. Д. А. Лачинов предложил промышленный способ изготовления окислов свинца, которые используются и теперь для пастирования решетки электродов. Такой способ изготовления электродов был разработан в 1881—1883 гг. Е. П. Тверитиновым.

Как кислотные, так и щелочные аккумуляторы состоят из двух групп пластин (электродов), установленных в сосуд, напол-

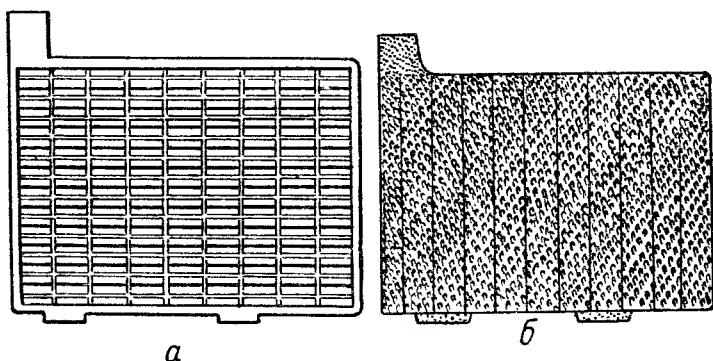


Рис. 86. Пластины свинцового аккумулятора.

а — решетка пластины, б — решетка, заполненная активной массой.

ненный водным раствором кислоты или щелочи в зависимости от типа аккумулятора. При зарядке аккумулятора электрическая энергия генератора используется для химического преобразования материала электродов. При разрядке аккумулятора происходит переход материала электродов в первоначальное состояние при одновременной отдаче потребителям части электрической энергии, сообщенной аккумулятору при зарядке.

Рассмотрим основные понятия о химическом процессе кислотного аккумулятора.

В кислотном аккумуляторе пластины отлиты в виде решетки из сплава свинца (94%) и сурьмы (6%). Необходимость в сурьме вызвана тем, что решетка должна обладать достаточной жесткостью и при отливке хорошо заполнять изложницу. Ячейки решетки заполняются пастой, приготовленной либо из свинцового глета и свинцового сурьма, либо из свинцового порошка.

В настоящее время все большее применение получает свинцовый порошок. Он получается путем размолла свинца на шаровых мельницах, причем одновременно с размолом происходит и окисление

свинца. Независимо от состава порошкообразных веществ для приготовления пасты применяется водный раствор серной кислоты.

На рис. 86, а изображена решетка пластины до заполнения пастой, а на рис. 86, б — после заполнения. Пластины после просушки подвергают процессу формирования, заключающемуся в следующем. Пластины погружают в кислотоупорный сосуд, заполненный электролитом (раствор серной кислоты в дистиллированной воде), и включают в цепь постоянного электрического тока, под действием которого происходят химические реакции как в процессе формирования, так и при работе аккумулятора.

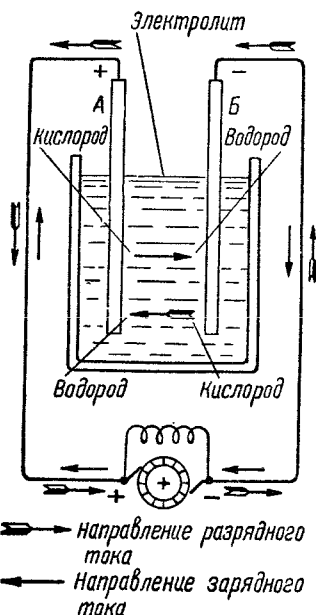


Рис. 87. Схема свинцового аккумулятора при разрядке и зарядке.

На рис. 87 изображен схематически аккумулятор и электрический генератор. Пластина А соединена со щеткой + генератора постоянного тока, а пластина Б со щеткой —.

При работе генератора в его обмотке появляется э. д. с. и в цепи возникает электрический ток, под действием которого электролит начнет разлагаться, т. е. из серной кислоты будет выделять водород и переноситься током на пластину Б. Водород соединится с окислами пластины Б, и на ней вместо окиси свинца останется чистый свинец, который называют губчатым свинцом, так как он подобно губке имеет большое число пор. При этом образуется серная кислота. На пластине А окислы свинца при разложении кислоты перейдут в состояние перекиси свинца, и также выделится серная кислота.

Рассмотренное явление называется зарядкой аккумулятора. Во время зарядки паста положительной пластины А преобразуется в перекись свинца. Цвет ее до зарядки серый, после зарядки делается темнокоричневым. Пластина Б называется отрицательной. Цвет ее до зарядки светлосерый, после зарядки темносерый.

Если зарядку аккумулятора мы производим от генератора постоянного тока и во время зарядки разобъем привод генератора, то обнаружим, что генератор продолжает вращаться, питаясь электроэнергией от аккумулятора (конечно, при условии, что вращению якоря генератора ничто не будет мешать).

В этом случае аккумулятор будет разряжаться, и появится разрядный ток, направленный от положительной пластины А аккумулятора через генератор к отрицательной пластине Б.

В электролите ток будет обратного направления, т. е. от пластины *Б* к пластине *А*.

При разрядке под действием электрического тока происходит разложение серной кислоты, но в этом случае водород переносится на пластину *А*, раскисляет ее, а кислотный остаток соединяется со свинцом пластин *А* и *Б*. Пластины по мере разрядки принимают светлосерый цвет. При разрядке аккумулятора образуется сернокислый свинец, так как кислотный остаток, получающийся при разложении электролита в процессе разрядки, соединяется со свинцом пластин.

В процессе зарядки количество кислоты в электролите увеличивается и его удельный вес повышается. При разрядке количество серной кислоты в электролите уменьшается, а увеличивается количество воды, и удельный вес электролита понижается.

§ 53. Электрические характеристики аккумуляторов. *Электродвижущая сила аккумуляторов.* К числу электрических характеристик аккумулятора относятся следующие: 1) величина э. д. с.; 2) величина внутреннего сопротивления; 3) величина напряжения на зажимах аккумулятора; 4) емкость аккумулятора и 5) коэффициент электрической отдачи.

Величина э. д. с. кислотного аккумулятора почти не зависит от степени заряда пластин и изменяется пропорционально удельному весу электролита, а именно: с повышением концентрации электролита она повышается и наоборот.

Величину э. д. с. кислотного аккумулятора можно определить, суммируя удельный вес с постоянным коэффициентом 0,84. Например, при удельном весе электролита $1,1 \text{ г/см}^3$ и температуре 15° э. д. с. равна 1,94 в.

Для автомобильных кислотных аккумуляторных батарей удельный вес электролита может быть в пределах от 1,10 до $1,32 \text{ г/см}^3$ в зависимости от состояния заряда и климатических условий. Следовательно, и э. д. с. аккумулятора при состоянии покоя, т. е. не в процессе работы, может быть в пределах 1,94—2,16 в.

В щелочных аккумуляторах величина э. д. с. несколько изменяется, несмотря на постоянство удельного веса электролита. Это объясняется тем, что э. д. с. зависит от степени окисления активной массы электродов, понижаясь по мере разрядки аккумулятора.

Величина э. д. с. щелочного железо-никелевого аккумулятора меньше, чем у кислотного, и достигает среднего значения 1,34—1,36 в.

Внутреннее сопротивление аккумулятора. При питании потребителей электроэнергии от аккумулятора величина тока в цепи зависит от величины э. д. с. аккумулятора, его внутреннего сопротивления и сопротивления внешней цепи, т. е. соединяющих проводов и самого потребителя.

Величина внутреннего сопротивления аккумулятора складывается из сопротивления электролита, сопротивления электродов, сопротивления сепараторов, т. е. разделителей, не допускающих соприкосновения электродов, а также э. д. с., образующейся в результате выделения водорода на поверхности электродов.

Сопротивление электролита зависит от его состава, температуры и концентрации. Например, электролит кислотного аккумулятора имеет наименьшее сопротивление при удельном весе $1,225 \text{ г/см}^3$ при температуре $+15^\circ$. Если температура электролита будет ниже, то его сопротивление будет больше, так как вязкость электролита повышается.

Увеличение или уменьшение удельного веса от указанной величины ($1,225 \text{ г/см}^3$) сопровождается увеличением внутреннего сопротивления.

Сопротивление сепараторов зависит главным образом от их пористости, увеличение которой способствует лучшей диффузии, а следовательно, и уменьшению сопротивления.

Сопротивление электродов зависит от их конструкции, геометрических размеров и состояния активного вещества.

Для стартерных аккумуляторов величина внутреннего сопротивления должна быть возможно малой, так как в противном случае аккумуляторная батарея не сможет обеспечить питание стартера током, достигающим нескольких сотен ампер.

Напряжение на зажимах аккумулятора в процессе работы на автомобиле может изменяться. Эти колебания напряжения зависят от того, заряжается или разряжается аккумулятор, большой или малой величины разрядный или зарядный ток; в значительной мере они зависят от величины внутреннего сопротивления.

Разрядку аккумулятора можно производить только до определенного минимального напряжения при обусловленной заводом величине разрядного тока и температуре. При увеличении разрядного тока или увеличении внутреннего сопротивления, или понижении температуры величина напряжения становится меньше. При зарядке аккумулятора напряжение на его зажимах становится больше в случаях повышения зарядного тока или повышения сопротивления.

Емкость аккумулятора. Способность аккумулятора отдать то или иное количество электричества называется емкостью аккумулятора. Емкость измеряется в ампер-часах. Зная величину разрядного тока и время разрядки в часах, можно подсчитать, какое количество электричества отдал аккумулятор при разрядке, для этого необходимо перемножить величину тока на часы разрядки.

Величина емкости кислотного аккумулятора зависит от количества активно действующих веществ положительных и отрицательных пластин, величины зарядного и разрядного тока и характера нагрузки, температуры электролита, концентрации электролита и чистоты химических веществ.

Рассмотрим их влияние в отдельности.

Количество активно действующего вещества пластин зависит: 1) от размера и количества пластин, т. е. площади пластин: чем размер пластин и количество их больше, тем больше площадь соприкосновения с электролитом; 2) от толщины пластин: чем пластина тоньше, тем лучше доступ к активной массе; 3) от пористости массы: чем масса более пориста, тем лучше доступ электролита и быстрее происходит замещение воды, образовавшейся в порах при разрядке. Химическая чистота веществ, идущих на изготовление пасты, влияет на емкость, а также на саморазряд и образование крупнокристаллического сернокислого свинца; чем больше его, тем меньше остается активно действующей массы.

Температура электролита оказывает большое влияние на разрядную емкость аккумулятора. С понижением температуры емкость понижается и наоборот. Заводы-изготовители гарантируют емкость кислотного аккумулятора при 30°; если температура будет ниже указанной, то на каждый градус изменения температуры емкость изменяется примерно на 1% при медленной и на 2% при быстрой разрядке.

Концентрация электролита также оказывает влияние на емкость. Повышение концентрации вызывает повышение емкости.

При зарядке аккумулятора большим током химический процесс не проникает в глубину пластин и не весь сернокислый свинец преобразуется в перекись свинца и губчатый свинец. В связи с этим разрядная емкость аккумулятора понижается.

При разрядке аккумулятора большим током разрядная емкость также уменьшается, так как поры на поверхности пластин и в массе закупориваются сернокислым свинцом, и аккумулятор не может отдать полностью всего количества электричества.

Количество ампер-часов, отданное аккумулятором, зависит от саморазряда аккумулятора. Даже вполне исправный аккумулятор при хранении теряет часть заряда, и чем длительнее он хранится в заряженном состоянии, тем большую часть заряда он теряет. Это явление называется саморазрядом. Для новых аккумуляторов суточный саморазряд не должен превышать 1% при 3-дневном хранении и 0,5% при 15-дневном. Аккумуляторы, бывшие в эксплуатации, имеют саморазряд от 1 до 2% в сутки.

Следовательно, полностью заряженный аккумулятор с гарантированной емкостью 100 а-ч, но бывший в эксплуатации, при хранении в течение месяца может потерять от 30 до 60% своей емкости, и получить от него можно только 70—40 а-ч.

Величина саморазряда зависит от химической чистоты кислоты и воды, применяемых для приготовления электролита; химической чистоты материалов, из которых приготовлены пластины, и от состояния наружной поверхности аккумулятора (т. е. она должна быть чистой и сухой).

Из рассмотренного следует, что аккумуляторы могут иметь емкость, гарантированную заводами-изготовителями, только при определенных условиях. Согласно ГОСТ 959—51 для автомобильных стартерных кислотных аккумуляторных батарей предусмотрены две емкости: номинальная и стартерная.

Номинальная (разрядная) емкость определяется при 10-часовом разряде и температуре 30° током такой величины, при которой через 10 часов напряжение кислотного аккумулятора снизится до 1,70 в.

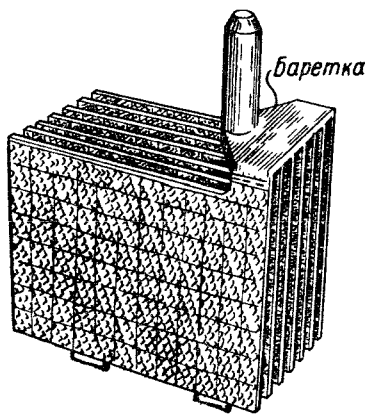
Стартерная емкость определяется при двух температурах $+30^\circ$ и -18° , причем величина разрядного тока должна быть численно равной утроенному значению

числовой величины номинальной емкости. Например, номинальная емкость равна 100 а-ч, следовательно, разрядный ток для определения стартерной емкости должен быть 300 а.

При определении стартерной емкости предельное снижение напряжения допустимо до 1,5 в при $+30^\circ$ и до 1 в при -18° на кислотный аккумулятор.

Коэффициент электрической отдачи аккумулятора. При работе аккумулятора имеют место потери электрической энергии. В связи с этим при зарядке аккумулятора необходимо сообщить ему большее количество электричества, чем то, которое

Рис. 88. Группа пластин, соединенных бареткой.



он отдает при разрядке. Отношение числа ампер-часов, отданных при разрядке, к числу ампер-часов, полученных аккумулятором при зарядке, называется коэффициентом электрической отдачи аккумулятора. Он равен для кислотных аккумуляторов 0,85, для щелочных железо-никелевых 0,65—0,70.

§ 54. Устройство аккумуляторов и батарей. *Кислотные аккумуляторы.* Для получения большей емкости аккумулятора, т. е. 65, 70, 100 а-ч и т. д., пластины соединяются в группы (рис. 88) при помощи бареток, которые для кислотных аккумуляторов отлиты из сплава свинца (97%) и сурьмы (3%). Пластины привариваются к баретке пламенем водородной горелки или электросваркой. Пайка третником или оловом недопустима, так как присутствие олова в самых ничтожных количествах увеличит самозаряд аккумулятора, да и сама пайка будет быстро разрушаться под действием серной кислоты.

При изготовлении групп количество положительных пластин берется на одну меньше, чем в группе отрицательных пластин. Объясняется это тем, что активная масса положительных пластин

в процессе разрядки увеличивается в объеме, и если положительная пластина будет работать только одной стороной, то в процессе разрядки она будет коробиться, а при зарядке выпрямляться. Это неизбежно вызовет выпадение активной массы из решетки пластины. Таким образом, если в аккумуляторе положительная группа имеет 5 пластин, то отрицательная будет состоять из 6 пластин, т. е. общее число пластин в аккумуляторе всегда нечетное.

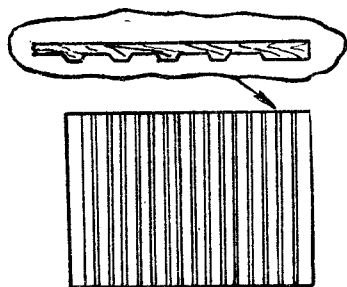


Рис. 89. Сепаратор из древесины.

Обе группы пластин, положительная и отрицательная, представляют блок (объединение); между пластинами заложены сепараторы (разделители). Материалы для сепараторов применяются различные: дерево, микропористый эбонит (мипор), мипласт, дерево и хлорвинил, а также стекловолокно.

Деревянные сепараторы представляют собою ребристый шпон (рис. 89), изготовленный из сосны, ольхи или осины и подвергнутый химической обработке, так называемому выщелачиванию.

Т а б л и ц а 8

Удельный вес ($г/см^3$) электролита при температуре 15° и температура замерзания его при различном состоянии заряда

Географический пояс и время года	100 %		75 %		50 %		25 %		Предельный разряд	
	удельный вес	температура	удельный вес	температура	удельный вес	температура	удельный вес	температура	удельный вес	температура
Холодный пояс { зима лето	1,340	—66°	1,270	—58°	1,230	—36°	1,190	—22°	1,150	—14°
	1,270	—58	1,230	—36	1,190	—22	1,15	—14	1,110	—8
Средний пояс { зима лето	1,290	—70	1,250	—50	1,210	—28	1,17	—18	1,130	—10
	1,270	—58	1,230	—36	1,190	—22	1,15	—14	1,110	—8
Жаркий пояс { зима лето	1,270	—58	1,230	—36	1,190	—22	1,150	—14	1,110	—8
	1,240	—42	1,200	—25	1,160	—16	1,12	—9	1,08	—5

При выщелачивании изготовленные сепараторы вываривают в 6-процентном водном растворе едкого натра (каустической соды) в течение 20 часов, после чего промывают в воде в течение 6 часов и погружают в водный раствор серной кислоты с удельным весом

1,10—1,20 г/см³ на 5—8 часов. Это делается с целью нейтрализовать соду. Хранить сепараторы можно погруженными в водный раствор серной кислоты с удельным весом 1,05 г/см³. В сухом виде можно хранить только сепараторы, полученные с аккумуляторного завода, так как в обычных условиях при просушивании сепараторы растрескиваются и становятся негодными для сборки блоков.

Таблица 9

Состав электролита для свинцовых аккумуляторов при разведении серной кислоты с уд. весом 1,84 г/см³

Удельный вес (г/см ³) при +15°	Весовое содержание		Содержание по объему		Удельный вес (г/см ³) при +15°	Весовое содержание		Содержание по объему	
	воды	серной кислоты	воды	серной кислоты		воды	серной кислоты	воды	серной кислоты
1,10	85,7	14,3	91,5	8,5	1,21	71,6	28,4	81,3	18,7
1,11	84,3	15,7	90,5	9,5	1,22	70,4	29,6	80,4	19,6
1,12	83,0	17,0	89,7	10,3	1,23	69,2	30,8	79,4	20,6
1,13	81,7	18,3	88,8	11,2	1,24	68,0	32,0	78,4	21,6
1,14	80,4	19,6	87,9	12,1	1,25	66,8	33,2	77,4	22,6
1,15	79,1	20,9	87,0	13,0	1,26	65,6	34,4	76,4	23,6
1,16	77,9	22,1	86,1	13,9	1,27	64,4	35,6	75,4	24,6
1,17	76,6	23,4	85,1	14,9	1,28	63,2	36,8	74,4	25,6
1,18	75,3	24,7	84,2	15,8	1,29	62,0	38,0	73,4	26,6
1,19	74,1	25,9	83,3	16,7	1,30	60,9	39,1	72,4	27,6
1,20	72,8	27,2	82,3	17,7	1,31	59,7	40,3	71,3	28,7

Выщелачивание преследует две цели: устранить из древесины вредные примеси и освободить поры. Пористость сепараторов имеет большое значение, так как от нее зависит циркуляция электролита и внутреннее сопротивление электрическому току.

Деревянные сепараторы имеют ряд положительных и отрицательных качеств. Положительные качества: 1) дешевизна, 2) хорошая пористость, 3) замедление затвердевания пасты отрицательных пластин. Отрицательные качества: 1) быстрое разрушение под действием электролита повышенной концентрации, 2) сильное сокращение срока службы сепараторов с повышением температуры электролита. Так, например, при повышении температуры свыше 15° срок службы сокращается в 5—15 раз. Недопустимо повышение свыше 43°, так как при этом происходит быстрое обугливание дерева.

В последние годы деревянные сепараторы стали вытесняться сепараторами из микропористого эбонита, мипласта, хлорвинила и стекловолокна. Они хорошо выдерживают температуру до 60—70°. Однако деревянные сепараторы дешевы и находят широкое применение в районах с умеренным и холодным климатом.

Хлорвиниловые сепараторы устанавливаются совместно с деревянными или со стекловолокном и уступают микропористым.

Блоки собираются из пластин в сухом заряженном состоянии, либо из пластин в сухом разряженном состоянии, либо из частично разряженных пластин.

Обычно все пластины, идущие на сборку аккумуляторов, подвергаются процессу формирования. В том случае, когда завод выпускает аккумуляторы в заряженном состоянии, процесс формирования пластин проводится полностью. После зарядки пластины высушиваются и поступают в сборку.

Собранные блоки устанавливают в сосуды и герметически (без доступа воздуха) закрывают.

Аккумуляторные батареи, собранные с сухими пластинами и сепараторами из мипора, мипласта или комбинированные с ними, могут храниться не более 2 лет.

Если сборка блоков ведется с влажными сепараторами, то батарея должна быть введена в работу в течение года. Сепараторы должны устанавливаться гладкой, а не шпунтованной стороной к отрицательным пластинам.

В аккумуляторных батареях с разряженными пластинами последний цикл формирования заканчивают разрядкой пластин и они влажными поступают в сборку.

Сосуды аккумуляторов изготавливаются различно и из различных материалов. На автомобилях применяются аккумуляторные батареи, в которых объединяются три или шесть сосудов в одном блоке (моноблок), или баке. Материалом блока служит пластмасса или эбонит. В настоящее время баки для аккумуляторных батарей изготовляют из асфальтопечковой массы с кислотоупорными вставками из винипласта.

На рис. 90 изображен разрез элемента аккумуляторной батареи Подольского аккумуляторного завода (ПАЗ). На дне сосуда имеются четыре призматических ребра, на которые устанавливается блок пластин. Такая установка пластин позволяет образующемуся при работе аккумулятора осадку (так называемому шламму) оседать в углублениях между ребер, не вызывая короткого замыкания пластин. Блок пластин должен плотно входить в сосуд, иначе при работе аккумуляторов на автомобиле пластины при сотрясении

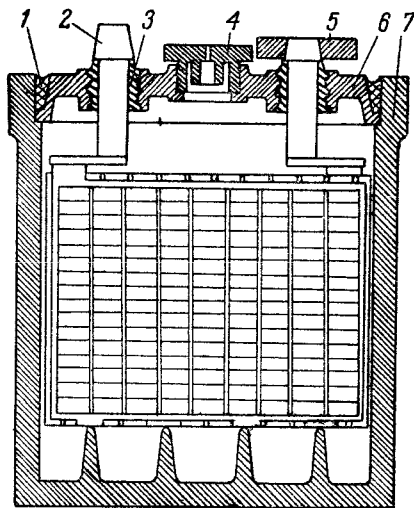


Рис. 90. Аккумулятор в разрезе.

будут перемещаться в сосуде. Это вызовет износ опорных ребер, и пластины будут в висячем положении, вследствие чего может произойти обрыв их от бареток, а также нарушиться уплотнение между выводными штырями и крышкой.

Крышка 6 аккумулятора изготовлена из пластмассы, если сосуд пластмассовый, или из эбонита, если сосуд эбонитовый.

Крышки старого образца имеют по три отверстия: одно для наливания электролита и два для выводных штырей 2 от бареток. В крышках нового образца имеется по четыре отверстия: одно для залива электролита, одно для сообщения с атмосферой и два для выводных штырей. Уплотнение между штырем и крышкой выполняется так: отлитые из свинца втулки 3 закладывают в прессформу, после чего ее заполняют пластмассой и прессуют. Таким образом, в крышке заделаны две свинцовые втулки, которые соединяются с выводным штырем в одно целое при напайке междуэлементных перемычек или утолщений крайних зажимов батарей.

Пробка 4 наливного отверстия в аккумуляторах старого образца снабжается отверстием для выхода гремучего газа, выделяющегося при зарядке. В аккумуляторах нового образца пробка не имеет отверстия, так как оно имеется в крышке.

Уплотнение между крышкой и сосудом достигается заливкой мастики 1. Мастика должна быть достаточно тугоплавкой, чтобы не размягчалась при температуре $+50^{\circ}$ и не трескалась при низких температурах (-20°). Ее состав примерно следующий: 75% нефтяного битума, 14% машинного масла и 11% нефтяной сажи.

Аккумуляторные блоки пластин вставляются в сосуды так, чтобы положительный штырь одного блока располагался против отрицательного штыря соседнего блока и т. д. Это позволяет осуществлять последовательное включение, имея кратчайшую длину междуэлементных соединений (перемычек).

Выпускаемые заводами аккумуляторные батареи имеют заводское клеймо: Подольский завод — «ПАЗ», Тюменский завод — «АТЗ», Ленинградский завод — буквы омегу со стрелой, Саратовский завод — маяк, Восточно-сибирский завод — «ВЭС» и Комсомольский на Амуре завод — чайку.

Согласно ГОСТ 959—51 аккумуляторные свинцовые батареи стартерного типа маркируются 3-СТ-70-ВД, или 3-СТ-70-ПМ, или 3-СТ-112-ЭМ. Первая цифра 3 указывает на количество аккумуляторов в батарее. Буквы СТ обозначают стартерный тип. Цифра 70 или 112 обозначает номинальную емкость в ампер-часах. Первая буква за цифрой емкости обозначает материал бака: Э — эбонит, П — асфальтопечковый с кислотостойкими сосудами из полистирола и буква В — временно допущенный выпуск из асфальтопечковой массы без кислотостойких вставок. Последняя буква маркировки Д или М обозначает материал сепараторов. Если сепараторы из древесины или комбинированные с ней, то ставится буква Д.

При сепараторах из мипора, мипласта или комбинированные без присутствия древесины обозначаются буквой М.

В соответствии с ГОСТ-959—51 сроки службы аккумуляторных батарей устанавливаются в зависимости от типа сепараторов и типа генератора, с которым батарея работает на автомобиле. Для батарей с древесными сепараторами и работающими с трехщеточным генератором наименьший срок 12 месяцев при пробеге не более 30 000 км, а при наличии реле-регулятора 14 месяцев и 35 000 км. Для батарей с сепараторами из мипора, мипласта или комбинированных с ними срок увеличивается на 4 месяца и пробег на 5000 км.

Щелочные аккумуляторы. В щелочном аккумуляторе, в отличие от кислотного, сосуд изготавливают из листовой стали, а не из эбонита или пластмассы, и электроды представляют собою стальную рамку, в которой помещены плоские стальные трубки с продырявленными стенками. Внутри трубок помещаются брикеты, изготовленные из активных веществ. Брикеты положительных пластин содержат гидрат окиси никеля в смеси с графитом. Брикеты отрицательных пластин железо-никелевых аккумуляторов содержат железо в порошкообразном состоянии. В качестве электролита служит водный раствор едкого кали или едкого натра.

При зарядке щелочного железо-никелевого аккумулятора активная масса положительных пластин преобразуется в полтора-окись никеля, а отрицательных — в чистое железо. При разрядке на положительных пластинах образуется окись никеля, а на отрицательных окись железа.

В отличие от кислотного аккумулятора, в процессе зарядки и разрядки щелочных аккумуляторов удельный вес водного раствора щелочи остается практически постоянным.

Щелочные железо-никелевые аккумуляторы стартерного типа собираются в аккумуляторную батарею в количестве трех штук, которые устанавливаются в деревянный ящик.

При номинальном напряжении системы электрооборудования 12 в применяют три таких батареи при последовательном включении. Маркируется этот тип 3-СЖН-50 или 3-СЖН-70, что обозначает: три аккумулятора стартерного типа, железо-никелевых, емкостью 50 или 70 ампер-часов при $+20^{\circ}$, разрядном токе равном 0,25 от числовой величины номинальной емкости и предельном снижении напряжения до 1,1 в.

Сравнительная оценка кислотных и щелочных аккумуляторов. Производство кислотных аккумуляторов в нашей стране существует более 60 лет, щелочные же аккумуляторы в царской России не изготавливались и ввозились из-за границы. Впервые в СССР в 1932 г. было налажено производство кадмиево-никелевых аккумуляторов, а в 1940 г. железо-никелевых. Указанные типы щелочных аккумуляторов по многим показателям явились сильным конкурентом для кислотных аккумуляторов и во многих областях народного хозяйства первые стали вытеснять вторые. Однако

вследствие большого внутреннего сопротивления щелочные аккумуляторы долгое время не могли получить применение на автомобилях, так как не обеспечивали питания стартера большими разрядными токами. Последний недостаток в аккумуляторах типа СЖН устранен, и они получили применение на автомобилях и тракторах.

Рассмотрим кратко качества кислотных и щелочных аккумуляторов.

Величина напряжения у кислотного аккумулятора выше, чем у щелочного, а именно: в начале разрядки напряжение кислотного аккумулятора 2 в, а у щелочного 1,32 в; в конце разрядки

Характеристики свинцовы

Тип батарей по ГОСТ 959—51 и ГОСТ 959—41 (второй показатель)	Установлена на машине	Номи- наль- ная ем- кость (а-ч)	Номи- наль- ное напря- жение (в)	Разрядный различных	
				10-часовой режим при +30°	
				раз- рядный ток (а)	ем- кость (а-ч)
3-СТ-60	} МЗМА	60	6	6,0	60
3-СТ-65					
3-СТ-70					
3-СТ-80					
	} ГАЗ-ММ ГАЗ-51 *	70	6	7,0	70
3-СТ-84	} ГАЗ-67 ГАЗ-51 *	84	6	8,4	84
3-СТ-100					
3-СТ-98	} ЗИС-5 ЗИС-150 *	98	6	9,8	98
3-СТ-112					
3-СТ-98	} ЗИС-101	112	6	11,2	112
3-СТ-112					
3-СТ-126					
3-СТ-144					
3-СТ-135	} ЗИС-8 ЗИС-16	126	6	12,6	112
3-СТ-150					
3-СТ-135	} ЗИС-110 ЗИС-154 ** ЯАЗ-200 ***	135	6	13,5	135
3-СТ-150					
6-СТ-54	} ГАЗ-М20	54	12	5,4	54
6-СТ-60					
6-СТ-68					
6-СТ-68	ЗИМ	68	12	6,8	68

* Устанавливают две батареи (на первых выпусках ГАЗ-51 — 3-СТ-84)

** На автобусе ЗИС-154 устанавливают четыре батареи 3-СТ-135, а

*** На автомобилях ЯАЗ-200 и МАЗ-205 устанавливают четыре батареи

у первых напряжение 1,7 в и у вторых 1,1 в. В случае разрядки стартерным режимом конечное напряжение для кислотных аккумуляторов 1,5 в и для щелочных 0,8 в. В связи с изложенным при одном номинальном напряжении число аккумуляторов в батарее кислотного типа на 30% меньше, чем в батарее щелочного типа.

Саморазряд у свинцовых и железо-никелевых аккумуляторов примерно одинаковый. Однако первые подвергнуты вредной сульфатации, у вторых же она отсутствует и даже длительное пребывание железо-никелевых аккумуляторов без подзарядки не оказывает пагубного действия на их работоспособность.

Таблица 10

стартерных батарей

ток и емкость при режимах			Зарядный ток батарей (а)				Количество электролита в батарее (л)	Вес аккумуляторной батареи с электролитом (кг)
стартерный режим			новой		бывшей в эксплуатации			
при + 30°		при —18°						
разрядный ток (а)	емкость (а-ч)	емкость (а-ч)	I ступ.	II ступ.	I ступ.	II ступ.		
180	16,5	6,7	4,3	2,15	8,5—4,3	4,3	2,25	15,2
210	19,2	7,8	5	2,5	10—5	5	2,50	20,2
250	22,8	9,3	6	3	12—6	6	2,65	22,0
295	27	11	7	3,5	14—7	7	2,76	25,2
335	30,7	12,5	8	4	16—8	8	3,15	28,0
380	34,8	14,2	9	4,5	18—9	9	3,48	32,5
405	37,1	15,1	9,6	4,8	20—9,6	9,6	4,75	29,2
160	14,6	6	3,8	1,9	7,5—3,8	3,8	3,75	24,8
205	18,7	7,6	4,8	2,4	9,5—4,8	4,8	5,0	—

и ЗИС-150—3-СТ-112).

ЗИС-155—3-СТ-100.

3-СТ-135 или две батареи 6-СТ-128.

Щелочные аккумуляторы имеют значительно большую механическую прочность и срок службы их в 3 раза больше, чем кислотных.

Работоспособность щелочных аккумуляторов в стартерном режиме при низких температурах более надежна, чем у кислотных аккумуляторов.

Эксплуатация щелочных аккумуляторов значительно проще и менее вредна для здоровья человека, чем эксплуатация кислотных аккумуляторных батарей.

Металлы, идущие на изготовление железо-никелевых аккумуляторов, менее дефицитны, чем для кислотных.

Наряду с такими положительными качествами, щелочные аккумуляторы не лишены и недостатков; так, например, стоимость их выше, чем кислотных; при температурах ниже -20° зарядка невозможна и электрическая энергия затрачивается вначале на обогрев, а затем наступает зарядка; коэффициент промышленной отдачи у щелочных аккумуляторов на 15—20% ниже, чем у кислотных.

Контрольные вопросы

1. Для каких целей устанавливается на автомобиль аккумуляторная батарея?
2. Укажите роль русских и советских ученых в создании аккумуляторов.
3. Из каких материалов изготавливают электроды в кислотных и щелочных аккумуляторах?
4. Объясните, чем отличается активная масса электродов свинцового аккумулятора в заряженном и разряженном состояниях.
5. От чего зависят э. д. с. и напряжение свинцового аккумулятора?
6. От чего зависит емкость свинцового аккумулятора и в каких единицах измеряется?
7. От чего зависит величина внутреннего сопротивления свинцового аккумулятора?
8. Объясните устройство свинцовой аккумуляторной батареи стартерного типа.
9. В чем заключается химическая обработка древесины сепараторов и для чего она необходима?
10. Какую маркировку делают заводы на свинцовых аккумуляторных батареях стартерного типа и что она обозначает?
11. Объясните устройство железо-никелевого аккумулятора.
12. Дайте сравнительную оценку качеств кислотных и щелочных аккумуляторов.

ГЛАВА XIII

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

§ 55. Кислотомер. При вводе в работу аккумуляторов и при их эксплуатации требуется наблюдение за удельным весом электролита, измерение которого производят с помощью ареометра.

На рис. 91 изображен кислотомер. Он состоит из ареометра 2, помещенного в стеклянную трубку 5 с резиновой грушей 1 и заборной трубкой 4. Ареометр 2 представляет собой стеклянный

поплавок. В верхней части поплавок помещается шкала, градуированная при $+15^{\circ}$ от 1,100 до 1,330 г/см³. Деления шкалы нанесены через 0,02 удельного веса. В нижней, утолщенной, части поплавок помещается грузик из мелкой дроби.

Значения удельного веса электролита, рекомендуемые аккумуляторными заводами и приводимые в табл. 8, даны при температуре $+15^{\circ}$; если температура замеряемого электролита отличается от $+15^{\circ}$, то в показания ареометра необходимо вносить поправку. При повышении температуры удельный вес электролита уменьшается, и поплавок погружается глубже. Чтобы узнать удельный вес, приведенный к $+15^{\circ}$, необходимо на каждые 10° прибавлять 0,007 г/см³, если температура электролита выше 15° , и вычитать эту величину, если температура ниже.

Для определения температуры электролита в приемную трубку кислотомера помещен термометр 3, который снабжен двумя шкалами: одна с делениями 100-градусной шкалы, а другая с величиной температурной поправки и ее знаком $+$ и $-$, который указывает на необходимость прибавить или вычесть данную величину поправки.

Замер удельного веса производится так: сжимают резиновую грушу 1 (рис. 91), заборную трубку 3 пипетки погружают в электролит и, постепенно освобождая грушу, набирают электролит в пипетку; ареометр 2 всплывает, и

Рис. 91. Кислотомер.

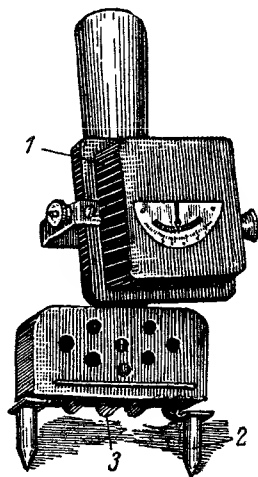
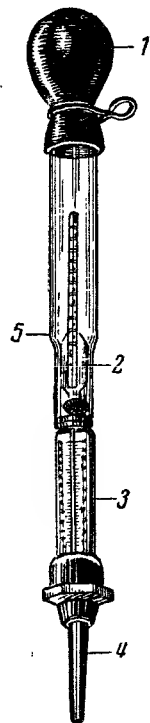


Рис. 92. Нагрузочная вилка.

уровень электролита на шкале укажет величину удельного веса.

Производить замер следует в перерывы («отдых») при зарядке аккумуляторов. После разрядки батареи большим током или после добавления в электролит воды производить замер можно только после того, как батарея в течение часа подзаряжалась. В противном случае замер не будет правильным, так как электролит не успеет перемешаться.

§ 56. Нагрузочная вилка. Пользуясь нагрузочной вилкой, производят проверку напряжения аккумулятора под нагрузкой током большой величины, так как э. д. с. кислотного аккумулятора изменяется в малых пределах от 1,94 до 2,16 в и по величине э. д. с. затруднительно определить состояние заряда аккумулятора.

Нагрузочная вилка (рис. 92) состоит из двух остроконечных электродов 2, нагрузочного сопротивления 3 и вольтметра 1. Вольтметр снабжен шкалой 3—0—3 в и позволяет измерять напряжение одного аккумулятора. Размещение нуля посередине шкалы позволяет производить измерения, не соблюдая полярности электродов. Нагрузочное сопротивление имеет величину 0,012 ом, и разрядный ток аккумулятора достигает примерно 100 а.

Вследствие нагрузки большим током напряжение аккумулятора падает в следующей зависимости от процента заряда:

при 100-процентном заряде напряжение.....	1,7—1,8 в
» 75 » » »	1,6—1,7 в
» 50 » » »	1,5—1,6 в
» 25 » » »	1,4—1,5 в
предельный разряд	1,3—1,4 в

§ 57. Способы определения состояния заряда аккумуляторов.

При эксплуатации кислотных аккумуляторных батарей необходимо систематическое наблюдение за состоянием их заряда, так как полужаряженное или, что еще хуже, разряженное состояние батарей способствует образованию кристаллического сернокислого свинца (сульфата), что сокращает емкость аккумуляторов. Контроль за состоянием заряда может производиться с помощью ареометра и нагрузочной вилки.

Ранее указывалось, что удельный вес электролита изменяется в процессе зарядки и разрядки аккумулятора. Таким образом, зная удельный вес в заряженном аккумуляторе и произведя замер при данном состоянии заряда, можно по показаниям ареометра определить, на сколько процентов батарея разрядилась. Если удельный вес понизился

на 0,04 г/см ³ , то батарея разрядилась на.....	25%
» 0,08 г/см ³ » » »	50%
» 0,012 г/см ³ » » »	75%
» 0,16 г/см ³ » » »	до предела

Однако не надо забывать, что это справедливо в случае, если при эксплуатации не доливалась вода или электролит.

При описании нагрузочной вилки были приведены показания ее при проверке аккумуляторов с различным состоянием заряда. При проверке аккумуляторной батареи нагрузочной вилкой испытание каждого аккумулятора под нагрузкой проводится в течение 5 секунд. Если напряжение одного из аккумуляторов батареи отличается от напряжения других аккумуляторов более чем на 0,1 в или в течение 5 секунд напряжение падает, то батарея нуждается в зарядке или ремонте. Замер можно производить только при закрытых пробках аккумуляторов и не сразу после зарядки. Показания вольтметра нагрузочной вилки зависят не только от состояния заряда, но и от номинальной емкости аккумуляторов.

мулятора и состояния пластин. При испытании батарей большой емкости показания по вольтметру нагрузочной вилки будут выше и наоборот. Поэтому при пользовании ею необходимо руководствоваться заводской инструкцией. При отсутствии нагрузочной вилки можно пользоваться вольтметром прибора ВА-1 завода АГЭ или обычным вольтметром со шкалой до 3 в. Нагрузка в этом случае создается стартером. Для этого необходимо при выключенном зажигании и прогревом двигателя включить стартер, а затем по очереди проверить напряжение каждого аккумулятора.

Контрольные вопросы

1. Объясните устройство, назначение и пользование кислотометром.
2. Объясните устройство, назначение и пользование нагрузочной вилкой.
3. Как определить состояние заряда кислотного аккумулятора?

ГЛАВА XIV

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СВИНЦОВЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

§ 58. Приготовление электролита. Для приготовления электролита применяется аккумуляторная серная кислота, отвечающая требованиям ГОСТ 667—41, и дистиллированная вода. Применение технической кислоты и недистиллированной воды вызывает безвозвратную потерю аккумулятором емкости. Посуда и воронки могут применяться только из свинца или стекла. При отсутствии дистиллированной воды пользуются дождевой или снеговой, но собирать можно лишь ту воду, которая стекает не с металлических крыш, и только в стеклянную посуду.

Попадание вредных примесей в электролит вызывает повышенный саморазряд аккумулятора и может быть причиной полного отказа аккумулятора в работе. Для анализа воды и кислоты применяют реактивы.

1. Присутствие хлора проверяется так: в проверяемую серную кислоту в количестве 100 см^3 с удельным весом $1,83 \text{ г/см}^3$ постепенно вливают 1 см^3 10-процентного водного раствора ляписа. Через 2 минуты после взбалтывания проверяют прозрачность раствора. При наличии хлора раствор становится мутным.

2. Присутствие в электролите металлов (железа, никеля, хрома и меди) определяют следующим образом. Из разряженного аккумулятора наливают 25 см^3 электролита с удельным весом $1,1—1,19 \text{ г/см}^3$, в него вливают 1 см^3 азотной кислоты с удельным весом $1,20 \text{ г/см}^3$. После этого раствор следует прокипятить, остудить и в него влить 3 см^3 водного раствора желтой кровяной соли. Если жидкость окрасится в синий цвет, то присутствует железо. Окраска в зеленый цвет происходит при наличии солей никеля, кобальта или хрома. Присутствие меди определяется по желто-бурой окраске.

Если при проверке жидкость приобретает бледнозеленый или бледноголубой цвет, то испытуемый электролит или кислота годны к употреблению в аккумуляторах.

3. Для проверки на присутствие азотной кислоты проверяемую серную кислоту вливают в дистиллированную воду до получения удельного веса $1,38—1,40 \text{ г/см}^3$. После этого постепенно, по стенке пробирки в получившийся электролит вливают 5 см^3 водного раствора железного купороса. При наличии азотной кислоты в электролите граница жидкостей окрасится в бурый цвет.

✓ Приготовление электролита ведут путем вливания тонкой струйкой кислоты в воду, а не наоборот, так как иначе реакция соединения идет бурно, и кислота выплескивается из сосуда.

Серная кислота даже слабой концентрации причиняет ожоги, а все ткани, идущие на платье, кроме чисто шерстяных, разрушаются электролитом. При работе с аккумуляторами необходимо иметь резиновый передник, резиновые перчатки и сапоги. Обязательно иметь посуду с водным раствором двууглекислой (питьевой) соды или нашатырный спирт. Содовый раствор позволяет быстро нейтрализовать кислоту, попавшую случайно на тело или платье.

Для новых аккумуляторных батарей удельный вес заливаемого электролита должен соответствовать заводской инструкции и температура его не должна быть выше $+35^\circ$. Величина удельного веса электролита (при $+15^\circ$), заливаемого в аккумуляторы, зависит от типа сепараторов, примененных в данной аккумуляторной батарее, времени года, места установки батареи на автомобиле и географического пояса.

Для крайних северных районов, где температура воздуха бывает ниже -35° , Подольским аккумуляторным заводом рекомендуется заливать электролит в новые батареи с сухими заряженными пластинами зимой удельного веса $1,34 \text{ г/см}^3$, а летом $1,30 \text{ г/см}^3$.

В центральных районах, где температура зимой не ниже -35° , удельный вес заливаемого электролита должен быть зимой $1,31 \text{ г/см}^3$ и летом $1,30 \text{ г/см}^3$. В южных районах зимой $1,30 \text{ г/см}^3$ и летом $1,27 \text{ г/см}^3$.

В конце зарядки таких аккумуляторов удельный вес электролита понижается на $0,03 \text{ г/см}^3$. В том случае, когда аккумуляторная батарея с сепараторами из мипора устанавливается под капотом двигателя, удельный вес заливаемого электролита должен быть для северных районов $1,25 \text{ г/см}^3$ и в конце зарядки $1,28 \text{ г/см}^3$, для центральных и южных районов $1,24 \text{ г/см}^3$ и в конце зарядки $1,27 \text{ г/см}^3$ независимо от времени года.

Аккумуляторные батареи с разряженными пластинами заливают электролитом с удельным весом $1,20 \text{ г/см}^3$ для Ленинградского завода и $1,12 \text{ г/см}^3$ для Саратовского завода. После зарядки производят корректировку удельного веса в соответствии с географическим поясом и временем года.

Уровень залитого электролита должен быть выше защитного щитка на $8—10 \text{ мм}$. Для проверки пользуются уровнемерной

трубкой (рис. 93). Она представляет собой стеклянную трубку 1, открытую с двух концов. На одном конце трубки нанесены деления в миллиметрах. Трубку вводят в аккумулятор через наливное отверстие до упора в защитный щиток 2. Затем, зажав верхнее отверстие трубки плотно пальцем, ее поднимают и замеряют уровень оставшегося в ней электролита.

В аккумуляторных батареях нового образца защитный щиток изготовлен в виде сетки из перфорированного (продырявленного) эбонита. Замер уровня при заливке электролита производить не надо, так как он устанавливается автоматически. Заливка аккумулятора или доливка

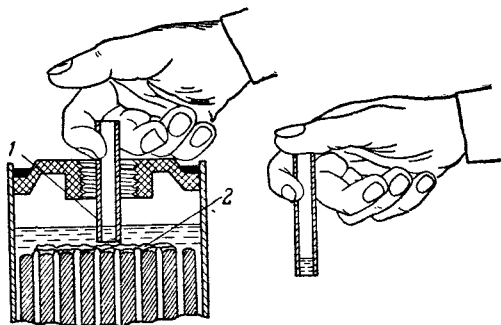


Рис. 93. Применение уровнемерной трубки.

ка воды в такие аккумуляторы производится следующим образом (рис. 94): 1) вывертывают пробку наливного отверстия; 2) пробку плотно надевают на трубку, соединяющую внутреннюю полость аккумулятора с атмосферным воздухом; 3) пипеткой наливают электролит или дистиллированную воду до заполнения наливной

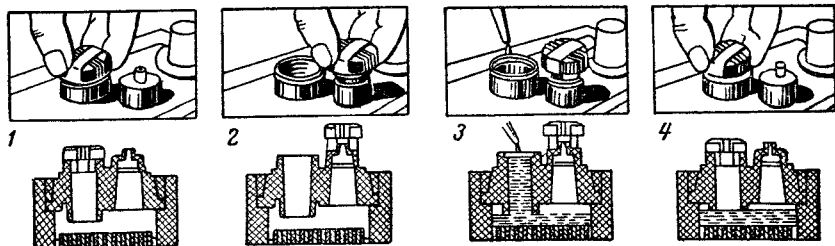


Рис. 94. Доливка воды в аккумулятор с автоматической установкой уровня электролита.

горловины; 4) при сьеме пробки уровень в горловине опускается и устанавливается над пластинами на нужной высоте.

Удельный вес электролита в аккумуляторах должен быть различным в зависимости от температуры окружающего воздуха. В зимних условиях он должен быть больше, а в летних меньше. Это объясняется следующими причинами. В летнее время электролит повышенной концентрации ускоряет разрушение деревянных сепараторов и способствует образованию крупнокристаллического сернокислого свинца (сульфата), а следовательно, и снижению

емкости аккумуляторов. Поэтому в заряженном состоянии удельный вес должен быть $1,240 \text{ г/см}^3$ для южных районов. В зимнее время электролит с такой концентрацией способен замерзнуть при -42° , но если батарея будет разряжена, то удельный вес снизится до $1,08 \text{ г/см}^3$, и замерзание электролита произойдет при -5° . Зимой в районах с суровым климатом, где температура бывает ниже -35° , рекомендуется удельный вес электролита повышать до $1,310 \text{ г/см}^3$ в заряженных аккумуляторах; такой электролит выдержит морозы до -66° , а в разряженном аккумуляторе его удельный вес понизится до $1,150 \text{ г/см}^3$, и замерзание будет возможно при -14° (табл. 8).

§ 59. Ввод в эксплуатацию свинцовых аккумуляторных батарей. Перед пуском в эксплуатацию новую батарею необходимо заполнить электролитом и зарядить независимо от того, выпущена ли батарея с завода с сухими заряженными или сухими разряженными пластинами.

После заливки электролита в аккумуляторы необходимо дать время пропитаться пластинам электролитом и зарядку можно производить через 4—6 часов для батарей с разряженными пластинами и через 3 часа с сухими заряженными. Зарядку производят током согласно табл. 10. Продолжительность зарядки зависит от состояния пластин, т. е. какими их выпустил завод-изготовитель: заряженными, частично разряженными или полностью допустимого предела. Кроме того, длительность зарядки зависит от времени хранения аккумуляторов.

Аккумуляторы с заряженными пластинами требуют подзарядки в течение 4—6 часов. Окончание их зарядки определяется по постоянству напряжения и удельного веса электролита в течение 2 часов. При этом наблюдают за температурой электролита. Она не должна быть выше $+45^\circ$. В противном случае следует снизить величину зарядного тока и даже прервать зарядку для охлаждения электролита до $+30^\circ$.

Аккумуляторы с разряженными пластинами требуют первой зарядки в течение 40—60 часов, из коих 4—6 часов должно приходиться на вторую ступень.

Зарядку током первой ступени ведут до появления обильного выделения пузырьков газа («кипение») и до напряжения $2,4 \text{ в}$ на аккумулятор, после чего величину зарядного тока снижают в два раза, т. е. переходят на вторую ступень зарядки до ее окончания.

После первой зарядки аккумуляторную батарею надлежит зарядить током, равным $0,1$ от номинальной емкости, до напряжения $1,70 \text{ в}$. Затем проводят вторую зарядку также в две ступени, но величина тока берется в два раза больше, чем при первой зарядке новой аккумуляторной батареи. По окончании второй зарядки во всех аккумуляторах батареи устанавливается удельный вес электролита $1,285 \pm 0,005$ при температуре $+30^\circ$ и производится

контрольная непрерывная разрядка током 10-часового режима до напряжения 1,70 в. Отданное аккумулятором количество ампер-часов должно быть не менее 90% номинальной емкости. В том случае, когда разрядка производится при температуре, отличной от +30°, следует внести поправку, т. е. на каждый градус ниже +30° полученная фактически емкость будет ниже на 1% от номинальной и наоборот. Если же приведенная емкость оказалась ниже 90% от номинальной, то проводят третью зарядку аналогично второй. После этого устанавливают удельный вес электролита в соответствии с географическим поясом и временем года и аккумуляторную батарею сдают в эксплуатацию.

Зарядка аккумуляторных батарей, бывших в эксплуатации, производится по режиму второй зарядки для новых батарей.

Зарядка аккумуляторной батареи в две ступени и разрядка называются тренировочным циклом. В том случае, когда при разрядке проверяют емкость аккумулятора, зарядка и разрядка называются контрольно-тренировочным циклом. Проведение тренировочных циклов не только позволяет повысить емкость аккумуляторов, но и способствует удлинению срока службы их.

§ 60. Хранение свинцовых аккумуляторных батарей. Аккумуляторные батареи, снятые с эксплуатации и поставленные на консервацию, хранят различными способами. Способ хранения зависит от срока, на который ставится батарея, условий консервации автомобиля, наличия зарядной станции и помещений для хранения батарей.

1. Если батарея снята с работы на 2—3 месяца, ее хранят в заряженном состоянии и производят раз в месяц подзарядку током второй ступени режимом второй зарядки. Длительность подзарядки должна быть такой, чтобы в течение 4 часов удельный вес электролита и напряжение на зажимах оставались постоянными. Проверку качества зарядки производят после часового перерыва, путем включения вновь на зарядку током второй ступени. Если появится обильное газовыделение в течение первых двух минут после включения, то зарядка произведена полностью. В противном случае необходимо продолжать зарядку в течение 2 часов и после часового перерыва вновь произвести проверку. Такая зарядка называется десульфатационной, т. е. служит для удаления вредной сульфатации.

2. Если срок хранения аккумуляторной батареи больше трех месяцев, то, кроме указанного в пункте 1, следует произвести через 3 месяца контрольно-тренировочный цикл. В том случае, когда при разрядке окажется емкость меньше 90% от номинальной, необходимо провести повторный контрольно-тренировочный цикл. При повторном получении пониженной емкости батарее надлежит снять с консервации, так как она имеет повышенную сульфатацию. Если же емкость оказалась равной 90% или выше, то производят зарядку в две ступени и хранение батареи продолжается.

Температура помещения не должна быть ниже 0° и выше 5° ; аккумуляторные батареи следует располагать не ближе 1 м от отопительных приборов.

При длительном хранении аккумуляторных батарей в помещениях, где температура выше $+10^{\circ}$, рекомендуется снижать удельный вес электролита до $1,24 \text{ г/см}^3$ (в заряженном состоянии) и выполнять пункты 1 и 2. Перед вводом в эксплуатацию таких батарей производят полную зарядку и заменяют электролит в соответствии с географическим поясом и временем года.

3. При длительном хранении и невозможности производить систематическую зарядку и контрольно-тренировочные циклы можно поступить так: произвести одну десульфатационную зарядку, после чего разрядить током десятичасового режима до $1,70 \text{ в}$, слить электролит и залить дистиллированную воду. Через три часа заменять воду, которую вновь заменяют через 6—9 часов. Такое вымачивание и промывание ведут до тех пор, пока в воде не будет устранена кислотность, после чего воду сливают из аккумуляторов, герметически закрывают их, и батарею можно хранить длительное время (до года).

Перед пуском в эксплуатацию аккумуляторных батарей, снятых с хранения, необходимо провести два тренировочных цикла, как для новых батарей.

§ 61. Уход за свинцовыми аккумуляторными батареями. Кислотные или свинцовые аккумуляторные батареи требуют систематического ухода, который обуславливается, помимо прочих причин, явлением вредной сульфатации пластин. При разрядке аккумулятора, как уже ранее указывалось, образуется сернокислый свинец в виде мелких кристаллов, которые при зарядке легко преобразуются в перекись свинца на положительных пластинах и в губчатый свинец на отрицательных. В тех случаях, когда аккумулятор длительное время остается в полужаряженном или в разряженном состоянии, кристаллы сернокислого свинца увеличиваются и покрывают пластины слоем большей или меньшей толщины. Это явление обычно и называют вредной сульфатацией аккумулятора. Явление это вредное, так как сульфатированные пластины теряют способность вновь принимать заряд, в связи с чем емкость аккумулятора понижается. Внутреннее сопротивление сульфатированного аккумулятора сильно повышается, и это не позволяет получить ток стартерного режима.

Интенсивное сульфатирование происходит также при повышенной плотности электролита, при колебании температуры электролита или наличии примесей в нем, а также при работе аккумулятора с пониженным уровнем электролита.

Вредная сульфатация является бичом в аккумуляторном хозяйстве и всегда следует помнить, что только правильный уход может предупредить ее появление. Удаление же крупнокристаллического сернокислого свинца из активной массы пла-

стин представляет большие трудности и часто бывает невозможно.

Уход за свинцовыми аккумуляторными батареями заключается в следующем.

1. При ежедневном уходе следить за тем, чтобы бак, крышки, зажимы и штыри были чистыми. Зажимы протирают ветошью, смоченной нашатырным спиртом или 10-процентным водным раствором кальцинированной соды и затем протирают насухо и смазывают техническим вазелином. Отверстия, сообщающие внутреннюю полость аккумулятора с атмосферным воздухом, должны быть прочищены. Пробки в наливных отверстиях должны быть плотно завернуты. Резиновые детали вазелином не смазывать. Проверяют надежность крепления аккумуляторной батареи на кронштейне и, если позволяет место, закладывают между ними резиновую прокладку.

Длина соединительных проводов должна обеспечивать невозможность передачи усилий на штыри, так как при этом возможно расшатывание их и даже излом.

2. При зимней эксплуатации автомобиля, если суточный пробег его незначительный, рекомендуется раз в месяц производить подзарядку аккумуляторной батареи.

3. Проверяют регулярно, не реже чем через 10—15 дней зимой и 5—6 дней летом, удельный вес электролита (с учетом температурной поправки) и его уровень; в случае необходимости доливают дистиллированную воду, а не электролит. При необходимости частой доливки воды следует уменьшить величину зарядного тока.

4. В зимних условиях следят за полной зарядкой аккумуляторной батареи по удельному весу электролита.

5. Удельный вес электролита должен соответствовать заводской инструкции с учетом географического пояса и времени года.

6. Для приготовления электролита применять только дистиллированную воду и аккумуляторную кислоту.

7. В зимнее время отепляют аккумуляторные батареи, если они установлены не под капотом двигателя.

8. Если аккумуляторная батарея имеет зарядку 50% летом или 75% зимой, то ее немедленно нужно отправить на зарядную станцию.

9. При появлении трещин в заливочной мастике батарею надлежит отправить на текущий ремонт.

10. При открытых пробках и работающем двигателе или сразу по приезде из рейса не следует производить замер напряжения нагрузочной вилкой, а также пользоваться открытым пламенем, так как гремучий газ, выделяющийся из аккумуляторной батареи, легко воспламеняется и дает взрыв.

Контрольные вопросы

1. Как приготовить электролит для свинцовых аккумуляторов и какие реактивы применяют для определения вредных примесей в нем?
2. Как подготовить свинцовую аккумуляторную батарею к эксплуатации?
3. Объяснить порядок хранения свинцовых аккумуляторных батарей.
4. Какие меры предупреждают появление вредной сульфатации?
5. Перечислить правила ухода за аккумуляторной батареей, установленной на машине.

ГЛАВА XV

✓ РЕМОНТ СВИНЦОВЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ СТАРТЕРНОГО ТИПА

§ 62. Неисправности свинцовых аккумуляторных батарей и их причины. В свинцовых аккумуляторных батареях встречаются следующие неисправности: потеря емкости, вызываемая вредной сульфатацией, большим саморазрядом или же выпадением активной массы из решеток пластин, а также обрывом одной или нескольких пластин от бареток. Кроме того, в аккумуляторах может иметь место разрушение решеток пластин, разрушение сепараторов или потеря пористости их, коробление пластин и их замыкание, нарушение электрического контакта между штырем баретки и межэлементной перемычкой, обрыв выводных штырей, повреждение стенок и крышек бака, появление трещин и отставание заливочной мастики. При неисправности одного из аккумуляторов батареи может иметь место переплюсовка его пластин.

Наличие вредной сульфатации распознается не только по пониженной емкости аккумулятора, но и по повышенному внутреннему сопротивлению. При зарядке сульфатированного аккумулятора напряжение на его зажимах сразу достигает 2,9 в и в течение 6—8 часов оно понижается до 2,2 в; после чего вновь постепенно повышается до 2,6 в. Обильное газовыделение в сульфатированном аккумуляторе появляется раньше, чем в исправном; кроме того, у первого температура электролита быстро повышается.

Вынутые из сульфатированного аккумулятора пластины отличаются как по цвету, так и по твердости активной массы. Положительные пластины имеют светлокоричневый или даже оранжевый цвет вместо темнокоричневого. Отрицательные пластины имеют светлосерый и даже беловато-серый цвет вместо темносерого.

Сульфатированные пластины имеют более твердую пасту и на поверхности видны кристаллы сернокислого свинца.

Большой саморазряд вызывается загрязнением аккумулятора различными примесями — солями металлов или органическими веществами. Попадание в аккумулятор азотной или уксусной кислоты вызывает быстрое разрушение решетки положительных пластин. Это же наблюдается при глубоких разрядах аккумулятора.

В результате эксплуатации аккумулятора при пониженном уровне электролита или при коротком замыкании зажимов происходит искривление положительных пластин. Разрушение решетки или искривление пластин является причиной выпадения активной массы. Кроме того, она может интенсивно выпадать и при больших зарядных токах в конце зарядки аккумулятора или при высокой температуре электролита (выше 70°).

Обрыв пластин от бареток происходит при плохом креплении аккумуляторной батареи на кронштейне машины, когда батарея подвергается сотрясениям; от этого происходит истирание сепараторов и опорных призм на дне бака. В результате пластины оказываются в подвешенном состоянии, и ушки пластин обрываются от баретки.

Разрушение древесных сепараторов ускоряется в случае применения электролита повышенной концентрации при высокой температуре окружающего воздуха.

Обрыв выводных штырей происходит при пользовании короткими соединительными проводами между аккумуляторной батареей и стартером или «массой», а также от неаккуратного пользования инструментом при креплении хомутовых клемм или их съемке со штырей.

Повреждение стенок бака вызывается плохим креплением аккумуляторной батареи на кронштейне, замораживанием аккумулятора вследствие несоблюдения правил технического ухода, а иногда в стенках бака появляются трещины из-за низкой прочности асфальтоцепокового бака. То же относится и к крышкам аккумуляторов.

Аккумуляторная батарея, содержащая в себе переплюсованный аккумулятор, имеет напряжение на зажимах меньше номинального на 4 в, т. е. вместо 6 только 2 в. Это объясняется тем, что один из аккумуляторов батареи, имея пониженную емкость, разрядится раньше двух других и, пропуская через себя разрядный ток двух других аккумуляторов, зарядится с обратной полярностью, т. е. переплюсуется. Такой аккумулятор требует немедленного проведения двух тренировочных циклов с приданием прежней полярности. После чего его заряжают совместно с двумя другими аккумуляторами батареи. Снижение напряжения на 4 в в аккумуляторной батарее с переплюсованным аккумулятором объясняется тем, что э. д. с. его не суммируется с э. д. с. двух других, а вычитается из них.

§ 63. Восстановление работоспособности свинцовых аккумуляторных батарей стартерного типа. Текущий ремонт. Ремонт аккумуляторов может быть профилактический или текущий, который производится без вскрытия аккумуляторов, и капитальный, позволяющий устранить большинство неисправностей.

Текущему ремонту подвергаются только те аккумуляторные батареи, которые прошли контрольно-тренировочный цикл и

имеют емкость не ниже 90%. Показавшие меньшую емкость подлежат либо десульфатации, либо капитальному ремонту.

При текущем ремонте производят замену поврежденной мастики новой, замену поврежденных пробок в наливных отверстиях, наплавку выводных штырей, потерявших номинальный размер и их маркировку + или —, а также устранение вредной сульфатации, если она не проникла в глубину активной массы пластин. Указанный ремонт производят без вскрытия аккумуляторов.

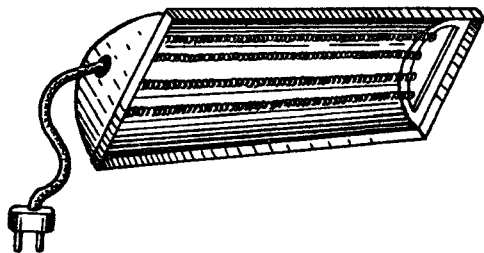


Рис. 95. Отражательная печь для разогревания мастики на аккумуляторной батарее.

Перед тем как произвести заливку новой мастики, следует удалить старую, предварительно разогрев ее специальной электрической отражательной печью (рис. 95), состоящей из металлического колпака с нагревательными спиралями. Применяемый

на практике способ разогрева старой мастики открытым пламенем паяльной лампы или газовой горелки не рекомендуется, так как при этом повреждаются кромки бака, крышек и пробок. Удаление разогретой мастики удобно производить мастикоудаителем (рис. 96) с электрическим подогревом, типа торцевого паяльника, в котором медный наконечник заменен стальным. Перед заливкой заливочную мастику разогревают в стальном котелке до температуры 200° . Стыки между стенками бака и крышками при заливке

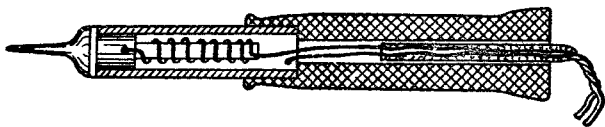


Рис. 96. Электрический мастикоудаитель.

мастикой должны быть чистыми и сухими, в противном случае мастика не пристанет.

Наплавку выводных штырей производят водородной горелкой или угольным электродом, нагреваемым от источника электроэнергии с напряжением 6—8 в.

Для наплавки используют шаблоны по размеру штырей: для положительного $17,5 \pm 0,25$ мм и отрицательного $16 \pm 0,25$ мм (верхний диаметр); при высоте штыря 16 мм и конусности 1 : 9.

Наплавка штырей производится свинцом с присадкой сурьмы (3%) или используют материал от междуэлементных соединений аккумуляторных батарей, не подлежащих ремонту.

В качестве источника электроэнергии для сварки и наплавки используют либо котельный трансформатор, либо аккумуляторную батарею типа З-СТ-98, последняя наиболее желательна, так как сварка происходит при меньшем искрении. Конец угольного электрода имеет конусную заточку и соединен с зажимом +.

Восстановление работоспособности аккумуляторов, подвергнутых вредной сульфатации, осуществляется следующими способами.

1. Разряжают аккумуляторную батарею током десятичасового режима до напряжения 1,70 в на аккумулятор. Заменяют электролит дистиллированной водой и производят зарядку током $\frac{1}{28}$ номинальной емкости. Зарядка продолжается до появления обильного газовыделения. При этом наблюдают за температурой электролита. Она должна быть не выше $+45^\circ$. В случае превышения, необходимо сделать перерыв в зарядке с тем, чтобы электролит охладился, и затем вновь включают на зарядку. По прошествии 50—60 часов производят разрядку десятичасовым режимом и зарядку повторяют.

Продолжительность зарядки определяется по прекращению повышения удельного веса электролита, который образуется из дистиллированной воды в процессе преобразования кристаллов сернокислого свинца в чистый свинец и перекись свинца. После второй зарядки удельный вес электролита повышают до $1,28 \text{ г/см}^3$ при 30° путем добавления электролита с удельным весом $1,40 \text{ г/см}^3$ и производят контрольную разрядку. Если получили емкость свыше 80%, то производят вновь зарядку в две ступени по режиму для бывших в эксплуатации батарей и пускают в работу.

При более глубокой сульфатации зарядку с дистиллированной водой производят 3—4 раза, чередуя их с разрядкой.

При глубокой сульфатации применяют вместо дистиллированной воды 5-процентный раствор глауберовой соли или 10-процентный раствор сернокислого магния. В этих случаях десульфатация происходит быстрее, чем с дистиллированной водой. Однако при наличии древесных сепараторов после десульфатации необходима замена их новыми, что возможно сделать только в разобранном аккумуляторе.

Капитальный ремонт. Перед разборкой аккумуляторной батареи необходимо произвести разрядку ее десятичасовым режимом до напряжения 1,70 в на аккумулятор. Если этого не сделать, то вынутые пластины будут интенсивно окисляться воздухом, сильно нагреются, и после сборки аккумулятора с такими пластинами будет происходить быстрое выпадение активной массы, а также усилится вредная сульфатация. В том случае, если в ремонте нуждается только один из аккумуляторов батареи, можно его пластины вынуть, не разряжая, но обязательно вынутый блок пластин погрузить в сосуд с водой или электролитом.

В разобранном аккумуляторе поверхностную сульфатацию иногда удаляют скребком или стальной щеткой. Однако этот способ требует большой осторожности при выполнении и для удобства очистки требует не только удаления сепараторов, но и разборки на полублоки, что можно сделать при снятых крышках.

При длительной работе аккумулятора отлагающийся на дне сосуда шлам часто является причиной короткого замыкания пластин. Шлам оседает на дно плотным слоем, и без вскрытия аккумулятора его удалить не удастся даже сильной струей воды. Поэтому для удаления шлама разборка аккумуляторной батареи является неизбежной.

Разборку производят в следующем порядке. Вначале удаляют междуэлементные соединения с помощью трубчатой фрезы. Ею же фрезеруют и выводные штыри. После этого удаляют мастику, снимают с помощью съемника

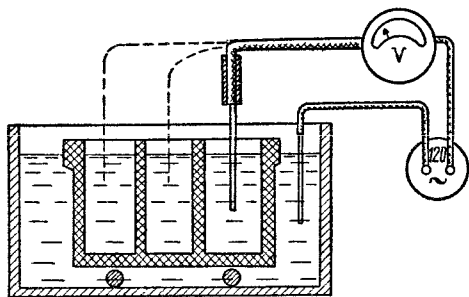


Рис. 97. Способ проверки целостности бака.

крышки и удаляют блоки пластин из бака специальным экстрактором. Не следует пытаться удалить пластины, прикладывая усилие к крышке, так как поломка ее неизбежна. После удаления блоков пластин бак промывают с целью удаления шлама, после чего бак высушивают и проверяют на отсутствие повреждения в перегородках между отделениями бака, в наружных стенках и дне. Проверку производят вольтметром от сети 120 или 220 в. Для проверки бак погружают в подкисленную воду так, чтобы она не доходила до верхнего среза бака на 20—30 мм, и осторожно заполняют отсеки бака до этого же уровня. Один зажим сети соединяют с электродом, погруженным в воду, окружающую бак, а второй включают к вольтметру (рис. 97). Провод от вольтметра, соединенный со вторым электродом, погружают по очереди в каждый отсек. Отсутствие отклонений стрелки вольтметра определяет исправное состояние наружных стенок и дна. Затем аналогичным способом проверяют целостность перегородок в баке.

Место повреждения перегородки или стенки не всегда можно определить путем внешнего осмотра. Чтобы его отыскать, используют высокое напряжение от индукционной катушки Б-17 электрофакельного подогревателя двигателей ЯАЗ-204 или ЯАЗ-206. Можно использовать для проверки катушку прибора для очистки и проверки свечей (ОПС). В поврежденном месте будет происходить разряд высокого напряжения.

Небольшие трещины и отверстия в баке и перегородках могут быть заделаны изонитом. Для этого место повреждения расфа-

совывают под углом $90-120^\circ$ на половину толщины стенки и поверхность делают шероховатой. Изонит размельчают и разогревают в бачке, помещенном в песок, до температуры $110-115^\circ$. Подготовленную поверхность подогревают до $70-80^\circ$ и на нее наносят изонит небольшим слоем. Затем накладывают слой марли и т. д. при одновременном уплотнении изонита нагретым мастико-удалителем.

При хорошем состоянии пластин и наличии поврежденных древесных сепараторов необходимо произвести замену их новыми, прошедшими химическую обработку, т. е. выщелоченными, промытыми и подкисленными. Цвет сепараторов должен быть светло-коричневый без пятен.

Установку сепараторов производят от середины блока к краям.

Толщина сепараторов должна обеспечить плотную установку блока в бак. Если это не достигнуто, то следует поставить между блоком пластин и баком дополнительный сепаратор. При сборке не следует забывать, что сепараторы устанавливают гладкой стороной к отрицательной пластине и ребристой к положительной.

В том случае, если необходимо заменить одну или несколько пластин в полублоке, не следует применять новых пластин. Качество замененных пластин должно быть примерно одинаково с остальными пластинами данного полублока.

Если положительные пластины хрупкие и имеют ячейки с выпавшей активной массой, то производят замену всего комплекта пластин новыми.

Пластины приваривают к баретке, которая предварительно отливается в форме. Сварку производят на специальном приспособлении, позволяющем устанавливать пластины на требуемом расстоянии. Для этой цели иногда пользуются ящиком, в который укладывают пластины с прокладками, толщина которых равна толщине одной пластины и двух сепараторов.

При первом ремонте производят удаление шлама, а если есть необходимость, то и смену древесных сепараторов. При втором ремонте, кроме указанного, производят замену комплекта положительных пластин. При третьем ремонте замену положительных и отрицательных пластин.

После установки блоков пластин в баки на верхние торцы сепараторов накладывают предохранительный щиток из продырявленного эбонита или хлорвинила. Затем надевают на штыри крышку. Проверку каждого аккумулятора производят с помощью вольтметра. Если аккумулятор собран с влажными древесными сепараторами и в нем отсутствует короткое замыкание, то вольтметр покажет э. д. с. около 2 в.

При проверке аккумуляторов, собранных с сепараторами из мипора или мипласта, вольтметр включают одним зажимом к действующей аккумуляторной батарее, а другим к зажиму проверяемого аккумулятора. Вторую клемму его соединяют с действующей

батарей. При отсутствии замыкания в испытуемом аккумуляторе стрелка вольтметра не отклонится.

Затем накладывают междуэлементные перемычки, отлитые в специальных формах, и производят сварку перемычек и штырей с уплотняющими втулками. После чего производят наплавку выводных штырей и аккумуляторы заливают мастикой.

Контрольные вопросы

1. Какие неисправности могут иметь место в свинцовых аккумуляторных батареях стартерного типа и отчего они возникают?
2. Какие работы производятся при текущем ремонте свинцовой аккумуляторной батареи и как они выполняются?
3. Какое оборудование применяют при капитальном ремонте свинцовых аккумуляторов?
4. Какие работы производятся при капитальном ремонте свинцовых аккумуляторных батарей стартерного типа?
5. Как производится удаление вредной сульфатации в свинцовых аккумуляторах?

ГЛАВА XVI

✓ ЗАРЯДКА АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

§ 64. Зарядные установки. Заряжать аккумуляторы можно только постоянным током, а при наличии сети переменного трехфазного или однофазного тока необходимо преобразовать переменный ток в постоянный, что достигается применением различных преобразователей тока.

Существует большая группа невращающихся преобразователей тока, которые называются выпрямителями. Они позволяют преобразовать переменный ток в постоянный и на выходе получить низкое напряжение. Выпрямители для зарядки аккумуляторов выпускаются различных конструкций: газотронные, ртутные, меднозакисные (купроксные), селеновые и сульфидные.

Вращающиеся преобразователи постоянного тока большого напряжения в постоянный ток малого напряжения представляют собою механическое соединение электродвигателя и генератора постоянного тока. Подобное же устройство имеют вращающиеся преобразователи переменного тока в постоянный с одновременным снижением выходного напряжения.

Зарядные установки должны оборудоваться такими устройствами, которые позволяют снять заряженную батарею или поставить на зарядку, не прерывая процесса зарядки других батарей. Для этого следует иметь такое напряжение зарядного агрегата, при котором можно включать батареи параллельно, не прибегая к большим реостатам.

При зарядке одного свинцового аккумулятора необходимо иметь напряжение источника 2,35 в. В случае зарядки батарей аккумуляторов напряжение должно быть увеличено пропорцио-

нально числу аккумуляторов. Так, например, при зарядке батарей 3-СТ требуется напряжение 7,05 в, а 6-СТ—14,1 в. Однако, как правило, на зарядных установках напряжение несколько повышено, т. е. применительно к данному примеру — 7,5 и 15 в, что вызывается необходимостью компенсировать падение напряжения в токоподводящих проводах и соединительных зажимах.

Когда имеется сеть постоянного тока с напряжением 120 или 220 в, целесообразно применить преобразователь — умформер, понижающий напряжение. Это исключит необходимость соединять последовательно аккумуляторные батареи в большие группы; так, например, при напряжении 120 в требуется соединить последовательно 17 батарей 3-СТ или же применить большие реостаты, в которых будут большие потери электроэнергии.

При последовательном включении на зарядку аккумуляторных батарей необходимо подбирать их по емкости и состоянию, так как в противном случае величина зарядного тока будет диктоваться аккумуляторной батареей с минимальной емкостью, что неизбежно удлинит время зарядки всех батарей.

Когда группа полностью не укомплектована, необходимо включить реостат P (рис. 98, а).

В схеме аккумуляторные батареи марки 3-СТ включены в цепь по две последовательно, а число параллельных цепей может быть взято в пределах мощности зарядного агрегата. При напряжении 14 в (взятом в схеме 98, б) нет надобности в реостатах, так как величина зарядного тока автоматически снизится к концу зарядки батареи вследствие повышения э. д. с. заряженных аккумуляторов.

Этот способ зарядки называется «зарядкой при постоянном напряжении». Он позволяет в течение первых трех часов зарядить аккумулятор на 75—80%. Однако полного заряда, т. е. 100%, они не получат, так как зарядный ток упадет до нуля. Чтобы этого избежать, необходимо к концу зарядки повысить напряжение агрегата из расчета 2,65—2,70 в на аккумулятор, но тогда в начале зарядки будет чрезмерно велик зарядный ток. Устранить

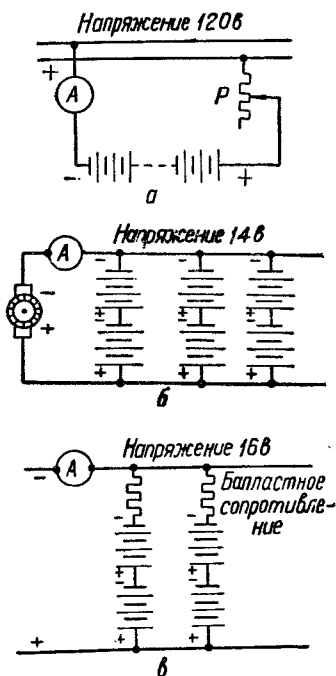


Рис. 98. Схемы включения аккумуляторных батарей на зарядку.

а — при постоянном токе, б — при постоянном напряжении, в — комбинированная зарядка.

этот недостаток можно путем включения балластного сопротивления из проволоки, идущей на изготовление реостатов (рис. 98, в). В начале зарядки, когда зарядный ток мог бы достигнуть очень большой величины, так как э. д. с. аккумуляторов понижена, величина падения напряжения на балластном сопротивлении повысится и на зажимах аккумуляторов зарядное напряжение будет пониженным. По мере зарядки аккумуляторов величина э. д. с. их будет повышаться, что неизбежно вызовет снижение зарядного тока. Но так как при этом падение напряжения на балластном сопротивлении также будет меньше, то напряжение на зажимах аккумуляторов несколько повысится и полная зарядка их будет обеспечена.

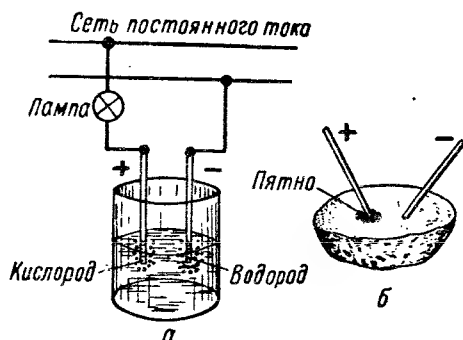


Рис. 99. Определение полярности проводов в сети постоянного тока.

а — подкисленной водой, б — клубнем картофеля.

✓ § 65. Определение полярности проводов в сети постоянного тока. Перед включением аккумуляторных батарей на зарядку необходимо бывает определить, который из двух проводов или зажимов положительный (+), а который отрицательный (—). Для определения полярности можно воспользоваться любым из указанных ниже способов.

1. С помощью подкисленной воды. Если напряжение источника постоянного тока 60—220 в, необходимо подключить через электрическую лампу соответствующего напряжения сосуд с подкисленной водой и двумя проводниками, погруженными в нее (рис. 99, а). Под действием электрического тока вода будет разлагаться на водород и кислород. На проводе + будет выделяться кислород в виде мелких пузырьков и в малом количестве, а на проводе — будет выделяться водород в виде более крупных пузырьков и в большем количестве. При низком напряжении включать лампу не обязательно, но в этом случае не следует допускать соприкосновения проводников в воде.

2. С помощью клубня картофеля (рис. 99, б). Срезают часть клубня и два медных проводника, включенных в сеть постоянного тока, защищенных от изоляции и полуды, втыкают в срез картофеля. На проводе + выделяющийся кислород окислит медь, и крахмал картофеля окрасится в зеленовато-синий цвет, образовав вокруг проводника пятно. В том случае, если проводники, воткнутые в клубень, алюминиевые, то полярность определяется подобно тому, как это делалось в подкисленной воде. У провода — заметны пузырьки в виде пены.

3. С помощью компаса. Это определение направления тока объяснено на рис. 12.

4. По цвету штырей-зажимов батарей — определяется их полярность. Если отсутствуют обозначения на торце штырей аккумуляторной батареи, то их полярность можно определить по цвету, а именно положительный имеет темнобурый цвет, а отрицательный — темносерый (у батарей бывших в эксплуатации). Диаметры штырей также различны, больший у положительного, меньший у отрицательного.

✓ § 66. Умформер, или мотор-генератор. Для зарядки небольшого количества батарей можно использовать генератор автомобильного типа. Он снабжен реле и регулятором тока, помимо регулятора напряжения. Вал генератора соединяют с валом электродвигателя гибкой муфтой или ременной передачей. Способ соединения зависит от числа оборотов электродвигателя и генератора, при котором последний может отдать номинальную мощность. Мощность электродвигателя берется примерно в два раза больше мощности генератора, так как коэффициент полезного действия его при напряжении 7,5—15 в равен 50—60%.

Количество батарей, которое можно одновременно заряжать таким умформером, зависит от мощности генератора, марки батарей и емкости их, а также от необходимого темпа зарядки.

Пример. Определить мощность электродвигателя и количество новых батарей 3-СТ-84, заряжаемых одновременно. Генератор автомобиля ГАЗ-51 мощностью 225 *вт* при токе 18,5 *а* и номинальном напряжении 12 *в*, к. п. д. 50%.

1. Находим мощность электродвигателя:

$$\frac{225 \times 100}{50} = 450 \text{ вт.}$$

2. Определяем число аккумуляторных батарей, одновременно заряжающихся током первой ступени. Для новых батарей 3-СТ-84 (табл. 10) величина зарядного тока первой ступени 6 *а*. Так как каждая батарея имеет номинальное напряжение 6 *в*, а генератор 12 *в*, то аккумуляторные батареи включают по две последовательно. Если включить три группы батарей параллельно, то потребуются ток 18 *а*. Таким образом, генератор может заряжать одновременно 6 батарей 3-СТ-84. Схема их включения изображена на рис. 98, б.

Умформеры выпускаются на токи величиною до 500 *а* с двумя коллекторами, благодаря чему можно получить одновременно два напряжения, 8 и 16 *в*.

В таких случаях делают трехпроводную сеть, что позволяет включать батареи параллельно: между каждым из крайних проводов и средним проводом включают батареи 3-СТ, а между крайними проводами батареи 6-СТ.

§ 67. Газотронный выпрямитель. В газотронных выпрямителях выпрямление тока происходит в специальной лампе, включенной в цепь обмотки трансформатора.

Устройство выпрямительной лампы и принцип ее действия следующие (рис. 100). В стеклянной колбе помещены два электрода — катод 1 и анод 2. Роль катода выполняет нить накала, изготовленная из вольфрама, с оксидным или ториевым покрытием. Это покрытие улучшает испускание электронов. Анод изготовлен из никеля. Из колбы удален воздух, она наполнена газом аргоном (под небольшим давлением), благодаря чему лампа может выпрямлять ток большой величины.

Под тепловым действием тока нить накаливается, и если к аноду будет подведен положительный потенциал, то электроны, испускаемые нитью, ионизируют газ, т. е. делают его токопроводящим, и с анода на катод направится поток ионов, иначе говоря, появится ток.

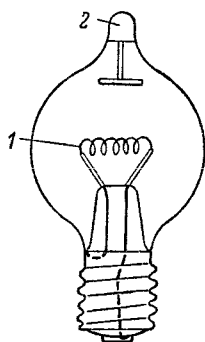


Рис. 100. Газотронная лампа для выпрямления тока.

Если с анодом будет соединен отрицательный потенциал, то ионизация газа не произойдет, а следовательно, между анодом и катодом тока не будет. Свойство двухэлектродной лампы пропускать ток только в одном направлении называется вентильным. В том случае, когда к аноду подведено переменное напряжение, изменяющееся по величине и направлению, лампа будет пропускать ток только одного направления, и в цепи анода появится пульсирующий ток. Рассмотренная лампа называется газотронной. Газотронные выпрямители для зарядки батарей снабжаются лампой

ВГ-176. Она имеет не один анод, а два, благодаря чему выпрямляются обе полуволны переменного тока.

На рис. 101 приведена схема выпрямителя ВГ-1-Б. Из схемы видно, что выпрямительная лампа 6 связана с сетью через универсальный трансформатор, который работает и как автотрансформатор. На сердечнике три обмотки: обмотка 1 служит для накала нити лампы газотрона и имеет отвод от середины, так называемую «среднюю точку»; обмотки 2 и 3 являются обмотками автотрансформатора, причем обмотка 2 включается в схему при напряжении сети 220 в. Обмотка 3 состоит из секций, переключением которых можно изменять напряжение на анодах лампы, что требуется при заряде батарей с различным номинальным напряжением, т. е. 6, 12, 24 в. Переключение секций осуществляется переключателем 4 (положение 7—6 в, положение 8—12 в и положение 9—24 в). Обмотка 3 имеет, как и обмотка 1, «среднюю точку», но «средняя точка» обмотки 1 является положительным зажимом выпрямителя, а в обмотке 3 она имеет отрицательный потенциал.

В схеме выпрямителя имеется реактивная катушка 5, которая позволяет автоматизировать регулирование величины зарядного тока в зависимости от состояния заряда аккумуляторной батареи, т. е. не допускать чрезмерного повышения тока в начале зарядки (6 а) и чрезмерного понижения в конце (4,5 а). Автоматическое регулирование величины зарядного тока происходит за счет изменения величины падения напряжения на зажимах реактивной катушки, которое больше в начале зарядки и меньше в конце, подобно тому, как это имеет место в балластном сопротивлении. Реактивная катушка понижает также пульсацию выпрямленного тока.

Режим работы выпрямителя регулируется путем перемещения сердечника реактивной катушки. Для увеличения зарядного тока следует увеличить зазор в между-железном пространстве и наоборот. Регулирование производят при разряженной батарее так, чтобы величина тока не превышала 6 а для лампы ВГ-176.

Перед включением батарей к выпрямителю необходимо в течение минуты прогреть лампу (без внешней нагрузки). Если не дать предварительного прогрева нити, последняя потеряет эмиссию, т. е. способность выпрямлять ток, хотя нить и будет накаливаться. Срок службы лампы 1 000—1 500 часов.

§ 68. Ртутный выпрямитель.

Ртутные выпрямители работают на том же принципе, что и газотронные. Отличаются они тем, что катодом является не нить накала, а поверхность ртути. Под действием электрического тока небольшая часть поверхности нагревается, вследствие чего часть ртути испаряется и заполняет парами внутреннюю часть колбы. С поверхности ртути происходит излучение электронов и в зависимости от полярности анодов происходит ионизация паров.

Аноды лампы изготовлены из графита. Количество анодов зависит от вида тока в сети, т. е. трехфазный или однофазный. В первом случае лампу снабжают тремя анодами, а во втором — двумя. На рис. 102 изображена схема однофазного ртутного

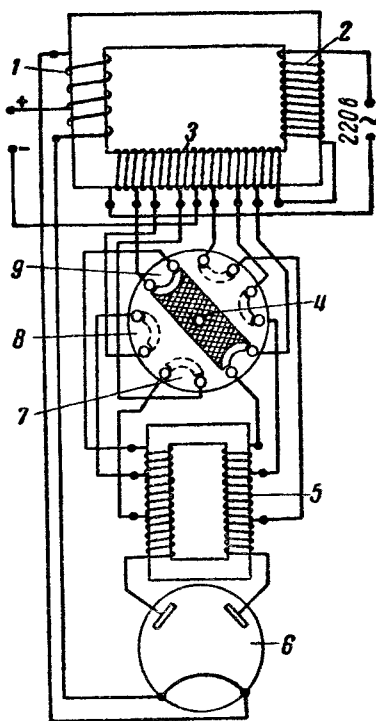


Рис. 101. Схема газотронного выпрямителя типа ВГ-1-Б.

выпрямителя. В стеклянной колбе 2 закреплены рабочие аноды 3 и 10, пусковой электрод 6 и ртутный катод 9.

Пуск и работа ртутного выпрямителя протекают так. При нажатой пусковой кнопке 5 наклоняют колбу. При этом ртуть катода 9 соединяется со ртутью пускового электрода 6 и замыкает цепь электрического тока. Пусковой ток направляется из вторичной обмотки через зажим 3, реостат 4, пусковую кнопку 5, мостик из ртути, катод 9, реактивную катушку 8 и через аккумуляторную батарею 7 к «средней точке». При разрыве струйки ртути появляется дуговой разряд, на поверхности ртути появляется светящееся пятно, и в работу вступают аноды 3 и 10, после чего пусковую кнопку выключают. Дальнейшая работа протекает подобно газотрону, т. е. когда работает анод 3, анод 10 бездействует. При перемене направления тока в сети в работу вступает анод 10, а анод 3 бездействует и т. д.

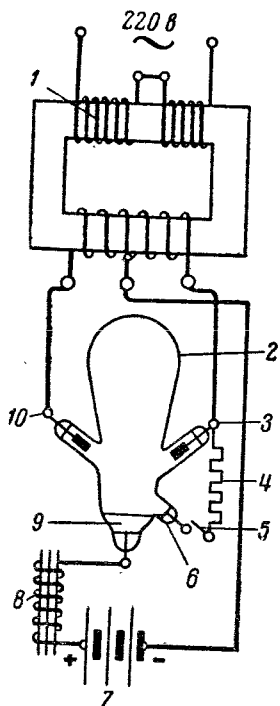


Рис. 102. Схема ртутного выпрямителя.

В схеме однофазного ртутного выпрямителя наличие реактивной катушки обязательно, так как она не позволяет в цепи катода снижаться току до нуля при переходе с одного анода на другой, следовательно, катод будет излучать электроны непрерывно, т. е. лампа не погаснет. Срок службы лампы 800—1 000 часов.

§ 69. Твердые выпрямители. К этой группе относятся купроксные, или медно-закисные, селеновые и сульфидные выпрямители. Выпрямляющим элементом в них являются полупроводники, т. е. вещества, токопроводимость которых зависит от направления тока.

В купроксных выпрямителях таким веществом является закись меди. Выпрямительный элемент состоит из двух шайб — медной и свинцовой. Медная изготовлена из рафинированной (очищенной) меди; в результате специальной обработки одна из ее поверхностей покрыта тонким слоем закиси меди. На эту поверхность плотно накатывается свинцовая шайба. В том месте, где чистая медь переходит в закись меди, обнаруживаются свойства полупроводника. При пропускании тока от свинцовой шайбы к медной сопротивление электрическому току малое, а при обратном направлении тока оно возрастает в сотни раз, т. е. ток почти не проходит. Таким образом, меднозакисный элемент обладает вентильным свойством, т. е. способностью пропускать ток только

в одном направлении, а именно от свинца к меди. Слой закиси меди позволяет выпрямлять ток при напряжении, не превышающем 2—3 в. В выпускаемых промышленностью выпрямителях оно не превышает 1,5 в.

При естественном охлаждении воздухом плотность тока в купроксных выпрямителях не превышает $0,05 \text{ а/см}^2$ и при принудительной циркуляции воздуха $0,08 \text{ а/см}^2$. Выпрямитель сохраняет работоспособность при температуре воздуха от -10 до $+50^\circ$.

В выпрямителях, где напряжение выпрямленного тока должно быть больше 1,5 в, включают по несколько выпрямительных элементов последовательно. Величина выпрямленного тока зависит от поверхности меднозакисного слоя, т. е. от размера шайб. В случае, когда требуется ток большей величины, чем допускает одна шайба, применяют параллельное включение нескольких шайб. Таким образом, в зарядных установках для стартерных батарей можно встретить последовательно-параллельное соединение купроксных элементов.

При работе выпрямителя не допускается повышение температуры элементов выше 60° .

Рассмотрим схему и пути тока при работе купроксного выпрямителя (рис. 103). В этой схеме вторичная обмотка не имеет «средней точки», в связи с чем выпрямительные элементы собирают по мостиковой схеме.

При положительном значении потенциала на зажиме 1 ток направлен к точке 8, к свинцу (ток изображен стрелкой с хвостовым оперением), через закись меди элемента 7, к зажиму 6, в зажим + батареи, через батарею к зажиму 10, выпрямительные элементы 3, к зажимам 4 и 2. При изменении направления тока в сети положительный потенциал будет на зажиме 2 и ток будет направлен (см. простые стрелки) через элементы 5, батарею, элементы 9, к зажиму 1. Таким образом, мостиковая схема позволяет использовать обе полуволны переменного тока без применения «средней точки».

Селеновые выпрямители по конструкции аналогичны купроксным и отличаются от последних устройством выпрямительных элементов. Селеновый вентиль (рис. 104) состоит из стальной никелированной пластинки 1, одна из поверхностей которой покрыта

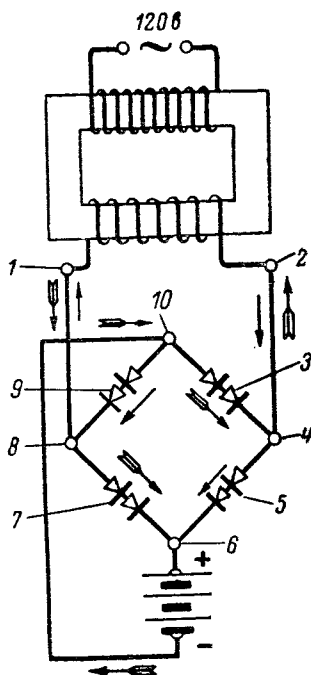


Рис. 103. Схема купроксного выпрямителя.

слоем селена 2 толщиной 0,08—0,1 мм. На поверхность селена наносится способом металлизации слой 3 из сплава кадмия, олова и висмута, который контактирует с пружинящей пластинкой 4.

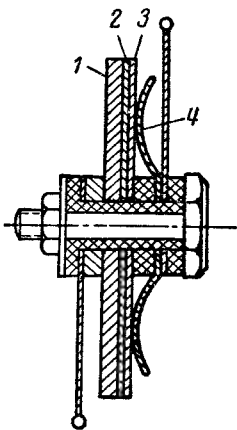


Рис. 104. Вентиль селенового выпрямителя.

Селен в металлическом состоянии является полупроводником и проводит ток от стальной пластинки 1 к сплаву 3, носящему название «катодный слой». В отличие от закиси меди, селен допускает большее напряжение, т. е. не 2—3 в, а 14—16 в, и при наличии принудительной циркуляции воздуха допускает плотность тока до 0,14 а/см². Благодаря этому селеновый выпрямитель имеет меньшие размеры при одинаковой мощности с купроксным. Однако не следует допускать повышения температуры вентилей выше 70°. В противном случае он будет приведен в негодное состояние.

В настоящее время большое применение получают сульфидные выпрямители. Основное преимущество их перед купроксными и селеновыми в том, что с 1 см² площади полупроводника можно снимать ток до 9 а и более; работают они при температуре от -20° до +100° и выше. Рабочее напряжение на вентиль не должно превышать 2—3 в.

Выпрямительный элемент сульфидного выпрямителя имеет следующее устройство (рис. 105). В алюминиевый капсюль 1 вставлена гильза 2 из миканита. На дне капсюля помещается диск 7 из магния, на нем полусернистая медь 6, далее сернистая медь 5, графит 4 и алюминиевая вставка 3. Собранный элемент помещают под пресс и одновременно пропускают ток. Под действием тока происходит формирование, т. е. образуется необходимое химическое вещество, обладающее свойствами полупроводника. Отформированный вентиль помещают между двумя алюминиевыми пластинками, служащими для охлаждения вентили и одновременно токоподводящими и токоотводящими шинами. Вентиль проводит ток от вставки 3 к капсюлю 1.

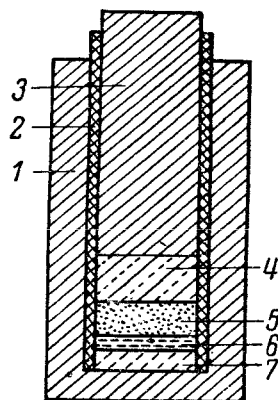


Рис. 105. Вентиль сульфидного выпрямителя.

Каждый мостик выпрямителя собирается из четырех вентиляей. Так как на один вентиль напряжение не должно превышать 3 в, для зарядки батарей типа 6-СТ применяются три мостика (для выпрямителя ВС-11), постоянное напряжение которых суммируется

благодаря последовательному их включению (рис. 106). Выпрямитель ВС-11 имеет напряжение выпрямленного тока 17 в и допускает нагрузку до 15 а. В выпрямителе применен магнитный шунт, с помощью которого можно произвести регулировку величины зарядного тока. Выпрямитель снабжен амперметром, вольтметром, сигнальной лампой 1 и плавкими предохранителями. При перестановке плавких вставок 3 и 4 в середине гнезда обмотки 2 и 5 включаются последовательно, что необходимо при питании выпрямителя от сети 220 в. Твердые выпрямители, в отличие от газотронных, необходимо перед включением в сеть соединить с аккумуляторными батареями, подлежащими зарядке, так как без нагрузки вентили окажутся под повышенным напряжением, и слой полупроводника может быть пробит. Кроме того, после длительного бездействия твердых выпрямителей или при пуске новых рекомендуется производить их тренировку согласно инструкции завода-изготовителя. Например, не включив нагрузки, включают выпрямитель на 2—3 минуты под пониженное напряжение (30% от номинального), затем напряжение повышают до 60—70% номинального и выдерживают 10 минут. После этого включают нагрузку и повышают напряжение до номинального.

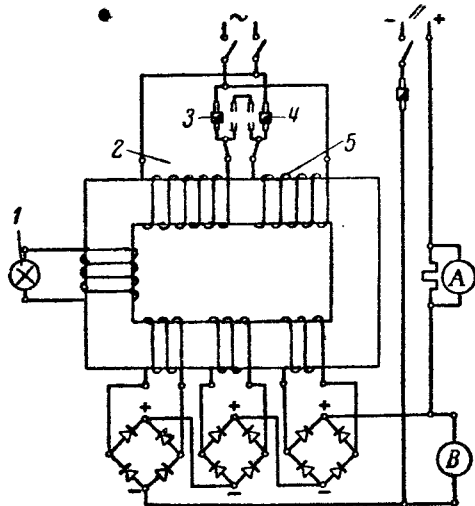


Рис. 106. Схема сульфидного выпрямителя ВС-11.

Правила техники безопасности при эксплуатации и ремонте аккумуляторных батарей. При зарядке аккумуляторов происходит выделение водорода и кислорода, которые в смеси представляют гремучий газ, легко воспламеняемый не только открытым пламенем, но и электрическим разрядом. Из кислотных аккумуляторов газы выделяются в конце зарядки, а в щелочных аккумуляторах обильное газовыделение наблюдается почти с момента включения их на зарядку. Выделяющиеся газы выносят из аккумуляторов мелкие частицы электролита, которые остаются в воздухе в виде тумана.

В целях взрывобезопасности и уменьшения вредности для здоровья человека в помещениях, где производится зарядка аккумуляторных батарей, обязательна вентиляция воздуха.

Зарядное помещение должно иметь выход на улицу; печное отопление допускается только с топкой, не выходящей в это помещение.

В зарядном помещении разрешается установка преобразователей электрического тока только при наличии вытяжных шкафов для заряжаемых аккумуляторов.

Ремонт аккумуляторов производить в зарядном помещении нельзя.

Рабочие, производящие зарядку или ремонт аккумуляторов, должны иметь резиновые перчатки, передник и сапоги, так как растворы серной кислоты или щелочи, попадая на тело, вызывают ожоги. При приготовлении электролита обязательно надевать защитные очки и вливать можно только кислоту в воду и то малой струйкой при одновременном перемешивании электролита.

Для нейтрализации кислоты, попавшей на тело, необходимо иметь водный раствор двууглекислой соды (питьевой) и нашатырный спирт.

Для нейтрализации щелочи применяют раствор борной кислоты в воде.

В связи с тем, что окислы свинца очень вредны для здоровья человека, при ремонте кислотных аккумуляторов и их обслуживании строго запрещается курение в рабочем помещении и работа без резиновых перчаток, так как попадание окислов свинца на тело и внутрь организма вызывает отравление, повреждение сухожилий и выпадение зубов и волос. Перед приемом пищи следует мыть руки с мылом, хорошо полоскать рот и чистить зубы, то же следует делать по окончании работы.

Полы в помещениях зарядной станции и ремонтной аккумуляторной мастерской должны ежедневно протираться мокрой тряпкой или смоченными опилками, а раз в месяц производят чистку стен, потолка и окон.

Контрольные вопросы

1. Какое напряжение выпрямленного тока целесообразнее иметь на зарядной установке для аккумуляторных батарей стартерного типа и почему?
2. Какова роль балластного сопротивления при зарядке аккумуляторной батареи от источника, имеющего постоянное напряжение?
3. Как определить полярность источника постоянного тока?
4. Как определить необходимую мощность зарядного агрегата?
5. Назовите способы включения аккумуляторных батарей на зарядку и условия применения их.
6. Объясните принцип действия лампы в газотронном выпрямителе.
7. Для чего применяется реактивная катушка в газотронных и ртутных выпрямителях?
8. Объясните принцип действия лампы ртутного выпрямителя.
9. Объясните устройство твердых выпрямителей.
10. Какие преимущества имеет сульфидный выпрямитель перед газотронным, ртутным и купроксеным выпрямителями?
11. Как включаются в работу различные типы выпрямителей?
12. Какой тип выпрямителей целесообразно применять в автохозяйстве?

ГЛАВА XVII

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ АВТОТРАКТОРНЫХ
ГЕНЕРАТОРОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА

§ 70. Назначение генератора и условия его работы. Генератор служит для питания системы электрооборудования автомобиля или трактора. На автомобилях, помимо питания системы зажигания, осветительных устройств и вспомогательного оборудования, генератор обеспечивает зарядку аккумуляторной батареи или нескольких батарей. На тракторах сельскохозяйственного назначения основным потребителем электроэнергии генератора являются источники света. Условия работы генераторов на автомобилях и тракторах несколько различны как по режиму, так и по условиям работы.

Автомобильный двигатель работает при часто изменяющемся числе оборотов коленчатого вала, а тракторный двигатель благодаря регулятору числа оборотов работает почти при постоянном числе оборотов. При эксплуатации автомобиля только на прямой передаче число оборотов коленчатого вала может изменяться в пределах $1 : 5$ и даже $1 : 6$.

На тракторном двигателе изменение числа оборотов может иметь место главным образом в случае очень большой перегрузки двигателя или при переходе на режим холостого хода с малым числом оборотов коленчатого вала. Для тракторного двигателя возможно трехкратное изменение числа оборотов коленчатого вала. В связи с тем, что якорь генератора получает привод от двигателя внутреннего сгорания, число оборотов якоря будет изменяться в таких же пределах, как и у коленчатого вала.

Величина э. д. с. зависит от скорости пересечения проводника магнитным потоком: если проводник будет вращаться с большим числом оборотов, то и величина э. д. с. будет больше. А так как сопротивление спиралей электрических ламп можно считать постоянным, то увеличение э. д. с. в обмотке якоря вызовет увеличение напряжения в цепи, и ток в спиралах ламп повысится. Изменение величины тока приведет к изменению накала, и лампы будут давать свет различной силы. При чрезмерном повышении числа оборотов спирали разрушатся (перегорят).

Мы знаем, что э. д. с. и напряжение источника не одно и то же: напряжение всегда меньше э. д. с. на величину падения напряжения. Например, в обмотке индуцируется э. д. с., равная 7 в , сопротивление обмотки равно $0,25 \text{ ом}$. И если по этой обмотке пропущен ток 4 а , то в обмотке часть э. д. с., равная $0,25 \times 4 = 1 \text{ в}$, потеряется на преодоление сопротивления, и напряжение на зажимах источника будет меньше э. д. с. на 1 в , т. е. $7 - 1 = 6 \text{ в}$. Подобное же явление имеет место и в проводах системы освещения автомобиля и трактора.

Световая нагрузка автомобиля зависит от условий эксплуатации; например, езда в городе требует меньшей силы света фар, чем езда за городом. На тракторе величина осветительной нагрузки зависит от числа прицепных орудий и характера производимой работы. Следовательно, изменение величины нагрузки неизбежно вызовет изменение напряжения на зажимах генератора: чем больше нагрузка, тем меньше будет напряжение.

Конструкция автотракторного генератора должна быть такой, чтобы при изменении числа оборотов якоря и нагрузки напряжение на зажимах генератора и потребителей оставалось в допустимых пределах. Конструкция автомобильных генераторов должна удовлетворять таким требованиям.

1. При наименьших габаритах давать наибольшую мощность. Это заставляет применять генераторы быстроходного типа с числом оборотов якоря до 4 000—6 000 в минуту и усиленную циркуляцию воздуха внутри генератора с целью хорошего охлаждения обмоток.

2. Обеспечивать зарядку аккумуляторной батареи согласно техническим требованиям, т. е. при разряженном состоянии давать зарядный ток большой величины, обеспечивая быструю зарядку батареи, и поддерживать полноту заряда малым зарядным током при заряженном состоянии аккумуляторной батареи.

3. Не допускать разрядки аккумуляторной батареи на цепь генератора при малом числе оборотов якоря или при неподвижном его состоянии, а также иметь защиту якорной обмотки от перегрева ее разрядным током или чрезмерным током нагрузки.

Для тракторных генераторов, работающих в особенно пыльных условиях (при дисковании почвы), приходится отказываться от внутренней вентиляции, в связи с чем их вес на единицу мощности почти в два раза больше по сравнению с генераторами, имеющими циркуляционное воздушное охлаждение.

Высокая производительность автотракторного парка, высокое качество выполнения сельскохозяйственных работ трактором и безаварийная работа в значительной мере зависят от хорошего освещения, поэтому новые модели автомобилей и некоторых тракторов имеют генераторы мощностью не 60 и 90 *вт*, что имело место на ранее выпускавшихся, а 150—250 *вт* и выше.

Поддержание напряжения на зажимах генератора в нужных пределах, обеспечение правильной зарядки батареи и защита генератора от перегрузки осуществляются реле-регулятором.

§ 71. Принцип регулирования напряжения генератора с параллельным возбуждением. Допустим, что при снятой с генератора внешней нагрузке напряжение на его зажимах равно э. д. с., возбуждаемой в обмотке якоря. Величина же э. д. с., индуцированной в проводниках, вращающихся в магнитном потоке, зависит от числа оборотов якоря и величины магнитного потока. Чем больше число оборотов и чем больше магнитный поток, тем выше э. д. с.

Чтобы при увеличении числа оборотов якоря э. д. с. оставалась постоянной, необходимо уменьшать величину магнитного потока. Магнитный поток электромагнита, т. е. полюсов генератора, зависит от числа ампер-витков обмотки возбуждения; если необходимо уменьшить поток, для этого достаточно уменьшить величину тока возбуждения. Это достигается различными способами: либо вводится добавочное сопротивление в цепь обмотки возбуждения, либо понижается напряжение на зажимах обмотки возбуждения за счет использования явления реакции якоря.

Регулирование напряжения генератора стационарного типа, который работает при постоянном числе оборотов якоря, где изменяется только нагрузка, и то в настоящее время не производится от руки, а эту работу выполняет автоматический регулятор.

На автотракторных генераторах, работающих с переменным числом оборотов якоря и переменной нагрузкой, можно применять только автоматическое регулирование напряжения.

Для поддержания напряжения постоянным необходимо при увеличении числа оборотов якоря уменьшать ток возбуждения. То же следует и при уменьшении нагрузки на генератор и, наоборот, увеличивать ток возбуждения при уменьшении числа оборотов якоря или увеличении нагрузки. Эти изменения величины тока возбуждения производятся автоматически регулятором напряжения.

На современных автомобилях и некоторых тракторах исключительно широкое применение получили вибрационные электромагнитные быстро действующие регуляторы напряжения. Их можно встретить двух типов: 1) регуляторы без короткого замыкания цепи возбуждения с одной ступенью регулирования; 2) регуляторы с коротким замыканием цепи возбуждения, имеющие две ступени регулирования.

Первый тип применяется на автомобилях ГАЗ-69, ГАЗ-М20, ГАЗ-51, ГАЗ-63, ЗИС-8, ЗИС-16, ЗИС-21, ЗИС-50, ЗИС-150, ЗИС-151, ЗИС-110 и ЯАЗ-200 и на тракторах С-80; второй тип на тракторах СХАТЗ-НАТИ, «Универсал», С-60, С-65, СГ-65 и КД-35, оборудованных генератором постоянного тока.

§ 72. Одноступенчатый вибрационный регулятор напряжения. Вибрационный регулятор (рис. 107) состоит из стального сердечника 1 с обмоткой регулятора напряжения *ОРН*, вибратора 2, представляющего стальную пластинку с укрепленным на ней контактом K_1 , пружины 3, замыкающей контакт вибратора K_1 с неподвижным контактом K_2 , и постоянного добавочного сопротивления *ДС*. Вибрационный регулятор был изобретен М. Н. Кармановым в 1880 г.

В регуляторах напряжения обмотка *ОРН* выполняется из медного провода малого диаметра (0,2—0,3 мм) и включается, подобно вольтметру, под полное напряжение генератора, т. е. параллельно потребителям. Все изменения напряжения в сети будут вызывать изменение величины тока в обмотке *ОРН*.

Работа регулятора напряжения протекает так. При увеличении числа оборотов якоря или уменьшении нагрузки на генератор напряжение на его зажимах повышается. Повышение напряжения вызовет увеличение тока в обмотке регулятора напряжения *ОРН*, и магнитное поле сердечника регулятора увеличится. Это вызовет увеличение силы притяжения электромагнита. Когда сила электромагнита будет больше силы упругости пружины, вибратор притянется к сердечнику. При этом произойдет размыкание контактов K_1 и K_2 и последовательно с обмоткой возбуждения *ОВ* включится добавочное сопротивление *ДС*.

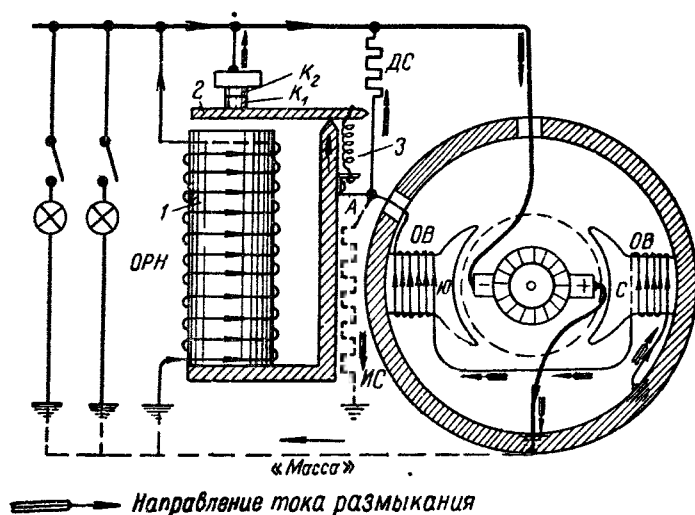


Рис. 107. Схема генератора с одноступенчатым вибрационным регулятором напряжения.

Обмотка возбуждения *ОВ* включена своим началом к щетке $+$ (через «массу») и до размыкания контактов соединяется через замкнутые контакты K_1 и K_2 со щеткой $-$.

При размыкании контактов в цепь обмотки возбуждения вводится добавочное сопротивление *ДС*, в связи с чем ток возбуждения уменьшится, величина э. д. с. в обмотке якоря понизится, и напряжение на зажимах генератора станет меньше.

Снижение напряжения вызовет уменьшение тока в обмотке регулятора напряжения *ОРН*. Магнитное притяжение сердечника регулятора ослабевает, пружина оттянет вибратор, и контакты K_1 и K_2 вновь замкнутся.

При замыкании контактов добавочное сопротивление замыкается накоротко, вследствие чего общее сопротивление цепи возбуждения уменьшается, и ток возбуждения увеличится. Магнитный поток полюсов генератора возрастет, э. д. с. в обмотке якоря

увеличится, и напряжение на зажимах генератора повысится. Повышение напряжения вызовет увеличение тока в обмотке *ОРН*, вибратор 2 притянется, и контакты вновь разомкнутся и т. д.

Таким образом, вибратор, совершая колебания, будет то замыкать, то размыкать контакты K_1 и K_2 , а следовательно, то выключать, то включать добавочное сопротивление.

Ток возбуждения не может изменяться мгновенно от своего наибольшего значения до наименьшего. Это объясняется тем, что обмотка *ОВ* в генераторах с параллельным возбуждением имеет большое число витков и обладает большой самоиндукцией. В момент размыкания контактов K_1 и K_2 ток возбуждения уменьшается, и сокращающееся магнитное поле возбуждает э. д. с. самоиндукции в обмотке возбуждения *ОВ*. Появляется ток размыкания, направленный в сторону убывающего тока (стрелки с хвостовым оперением на рис. 107). Путь его следующий: обмотка *ОВ*, точка разветвления *А*, добавочное сопротивление *ДС*, щетка —, коллектор, обмотка якоря, щетка + и по «массе» в начало обмотки *ОВ*. Часть тока размыкания от точки *А* попадет через вибратор и разомкнутые контакты (в виде искры) к щетке — и через якорную обмотку, щетку +, «массу» в обмотку *ОВ*.

При замыкании контактов в связи с увеличением тока возбуждения магнитное поле, увеличиваясь, пересекает обмотку *ОВ*, и в ней появляется э. д. с. самоиндукции, направленная навстречу нарастающему току, и рост его замедляется.

Рассмотренные явления похожи на те, которые мы рассматривали при изучении индукционной катушки аппарата батарейного зажигания. Однако там спадание тока в момент размыкания ускорялось конденсатором, а здесь его нет, следовательно, и спадание тока происходит не так быстро.

Благодаря самоиндукции обмотки возбуждения и большой частоте колебаний вибратора напряжение изменяется так быстро и в таких малых пределах, что накал спиралей ламп не успевает измениться, и глаз человека не обнаруживает мигания света. Даже вольтметр не успевает отмечать эти колебания, и его стрелка остается неподвижной.

Величина добавочного сопротивления оказывает влияние на допустимый предел изменения числа оборотов якоря, при которых регулятор может поддерживать постоянство напряжения. Чем больше величина добавочного сопротивления, тем в больших пределах допустимо изменение числа оборотов. При малом сопротивлении предел меньше, так как при повышении числа оборотов вибратор притягивается, контакты остаются разомкнутыми, и напряжение на зажимах генератора будет повышаться.

От величины добавочного сопротивления зависит искрение между контактами K_1 и K_2 , так как с увеличением сопротивления напряжение на контактах увеличивается, и ток размыкания вызывает более сильное искрение. При малом добавочном сопротивлении

пунтирующее действие его на контакты увеличивается, и искрение уменьшается.

В рассматриваемом одноступенчатом регуляторе величина добавочного сопротивления бывает от 80 до 195 *ом*. Лучшие результаты получены при сопротивлении 80 *ом*; при этом сопротивлении допустимый предел изменения числа оборотов генератора удовлетворяет большинству автомобильных двигателей, и искрение между контактами очень незначительно.

Установка регулятора на номинальное напряжение, которое он должен поддерживать на зажимах генератора, производится путем изменения упругости пружины 3. Если упругость пружины увеличить, то потребуются большее магнитное поле для притягивания вибратора. В связи с этим контакты длительнее будут находиться в замкнутом состоянии, ток возбуждения увеличится, и напряжение на зажимах генератора повысится. Таким образом, при повышении упругости пружины регулятор будет поддерживать напряжение повышенной величины. Для уменьшения напряжения на зажимах генератора упругость пружины следует уменьшить.

Устойчивая и надежная работа вибрационного регулятора в значительной мере зависит от работы контактов. В целях повышения надежности их работы применяют различные меры. Одной из мер является применение возможно малого добавочного сопротивления, но его величина должна быть таковой, чтобы генератор при максимальном числе оборотов, которое может быть на данном двигателе, и режиме холостого хода сохранял напряжение в допустимых пределах.

Второй мерой является применение соответствующего материала контактов. В качестве третьей меры для уменьшения искрения между контактами применяют искрогасительное сопротивление, которое включают между началом и концом обмотки возбуждения генератора (например, у генератора Г-66 или Г-27). С этой же целью в указанных генераторах включают конденсатор параллельно контактам. В генераторах большой мощности, например в генераторе Г-52 (на автобусе ЗИС-155), применяют двухплечевой регулятор. В некоторых генераторах применяют двухступенчатый регулятор (генераторы ГБТ и ГАУ, устанавливаемые на ранее выпущенных тракторах).

С этой же целью повышают частоту колебаний вибратора регулятора.

Контакты в регуляторах длительное время изготовляли из серебра. Серебро мало окисляется и его окислы токопроводящие, благодаря чему контакты хорошо восстанавливают электрическую цепь при своем замыкании. Однако серебро достаточно легкоплавкий металл, в результате чего часто имели место случаи сваривания контактов, работа регулятора прекращалась, и напряжение генератора не регулировалось.

Следующим этапом было применение серебра и вольфрама. Вольфрамовый контакт, работая с серебряным, не сваривается, но так как окислы вольфрама очень плохо проводят ток, то его применять можно только в качестве катода, т. е. отрицательного контакта, а положительным является серебряный контакт.

В вибрационных регуляторах, выпускаемых в настоящее время, применяют оба контакта из вольфрама. Форма контактирующих поверхностей применяется полусферическая, и окислы вольфрама не мешают работе регулятора, так как их пленка разрушается частично от ударного действия и частично самим электрическим разрядом.

Рассмотрим схему вибрационного регулятора с искрогасительным сопротивлением (оно изображено пунктиром на рис. 107).

В отличие от ранее рассмотренной схемы, здесь для уменьшения искрения часть тока самоиндукции, возникающего в обмотке возбуждения в момент размыкания контактов, отводится через искрогасительное сопротивление $ИС$, а две другие части тока направлены прежними путями, т. е. малая часть в виде слабой искры между контактами и несколько большая через добавочное сопротивление $ДС$. В зависимости от величины искрогасительного сопротивления находится и величина той части тока самоиндукции, которая направлена через него. Оно делается в реле-регуляторах РРА-44 равным дополнительному сопротивлению. Очень малой величины его не делают, так как при замкнутых контактах ток, поступающий от генератора в искрогасительное сопротивление, дополнительно нагружает контакты.

§ 73. Двуплечий одноступенчатый вибрационный регулятор напряжения. Для обеспечения питания осветительной нагрузки и других потребителей автобуса требуется большая мощность генератора (1 000 *вт*), а в связи с этим и мощность для возбуждения генератора выше, чем в обычных автомобильных генераторах. В этом случае для надежного регулирования напряжения генератор снабжают двумя обмотками возбуждения, ток требуемой величины в которых поддерживается двумя вибрационными регуляторами (рис. 108). Их работа должна быть строго согласована, так как в противном случае один из регуляторов может оказаться перегруженным, а второй недогруженным. С этой целью на каждом сердечнике, помимо обмотки регулятора напряжения $ОРН$, помещают согласующую обмотку $СО$, которая включена в цепь обмотки возбуждения. Согласующая обмотка $СО_1$ включена последовательно с обмоткой возбуждения $ОВ_1$, а обмотка $СО_2$ с обмоткой $ОВ_2$. Направление тока в согласующих обмотках таково, что поле, создаваемое в них током, противоположно полю, создаваемому током в обмотках регуляторов напряжения $ОРН_1$ и $ОРН_2$.

Работа двуплечего регулятора протекает так. При увеличении числа оборотов якоря генератор возбуждается, и в обмотках

OPH_1 и OPH_2 появляется ток; то же имеет место и в обмотках CO_1 и CO_2 . Магнитное поле согласующих обмоток значительно меньше, чем обмоток OPH_1 и OPH_2 , в связи с чем сердечники регуляторов намагничиваются.

При точной регулировке упругости пружин и воздушных промежутков между каждым вибратором и сердечником в действие должны вступить оба регулятора одновременно, и при размыкании контактов в каждую обмотку возбуждения включится добавочное сопротивление. В результате чего ток возбуждения в каж-

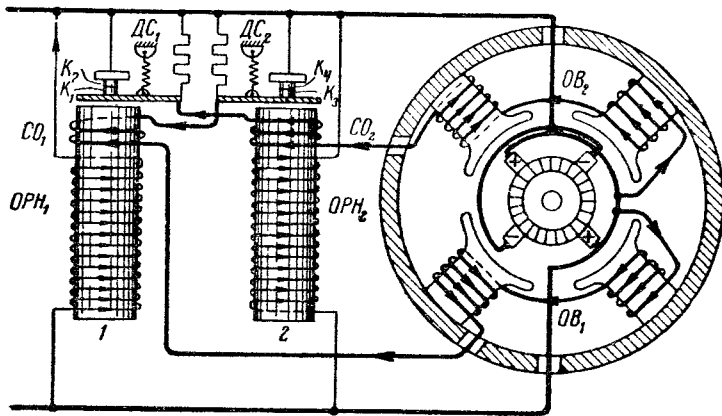


Рис. 108. Схема генератора с двухплечевым одноступенчатым вибрационным регулятором напряжения.

дой обмотке понизится, напряжение на зажимах обмоток OPH станет меньше, и контакты вновь замкнутся и т. д.

Если одна из пружин более упруга или воздушный промежуток у одного из регуляторов больше, то в работу вначале вступит тот регулятор, в котором либо пружина менее упруга, либо воздушный промежуток меньше. Допустим, что первыми разомкнулись контакты K_1 и K_2 . В этом случае включится добавочное сопротивление $ДС_1$ в цепь обмотки CO_2 и OB_2 , и ток возбуждения в них будет уменьшаться. Уменьшение тока в согласующей обмотке CO_2 будет способствовать увеличению силы притяжения сердечника 2, так как размагничивающее действие обмотки CO_2 уменьшилось. Следовательно, произойдет размыкание контактов K_3 и K_4 и добавочное сопротивление $ДС_2$ включится в цепь обмоток CO_1 и OB_1 .

Уменьшение тока в согласующей обмотке CO_1 будет способствовать усилению магнитного поля сердечника, а следовательно, и пребыванию контактов K_1 и K_2 в разомкнутом состоянии.

Вследствие введения дополнительных сопротивлений $ДС_1$ и $ДС_2$ напряжение генератора будет понижаться, и вначале замк-

нута контакты K_3 и K_4 , так как сила пружины вибратора больше (или воздушный промежуток больше), а затем замкнутся и контакты K_1 и K_2 . Дальнейшая работа двухплечего регулятора будет протекать аналогично рассмотренному.

Таким образом, наличие обмоток CO_1 и CO_2 обеспечивает согласованную работу двух электромагнитных систем при условии, что в регулировке пружин и воздушных промежутков нет больших отклонений.

§ 74. Двухступенчатый вибрационный регулятор напряжения.
На тракторных генераторах типа ГБТ и ГАУ применяется двух-

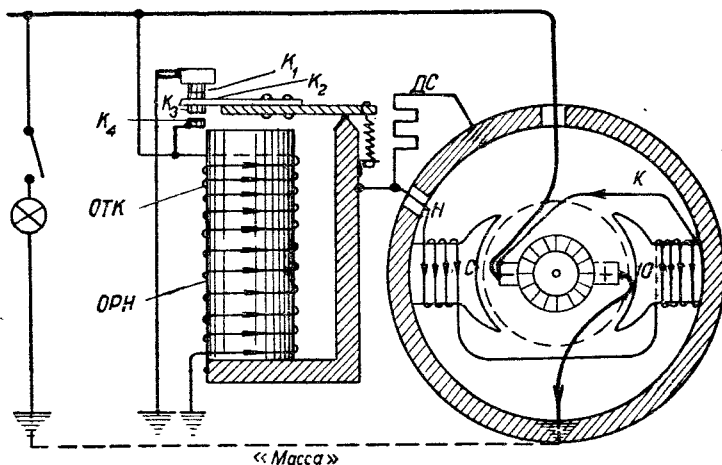


Рис. 109. Схема генератора с двухступенчатым вибрационным регулятором напряжения.

ступенчатый регулятор напряжения. Он относится к регуляторам с коротким замыканием цепи возбуждения.

На рис. 109 изображен двухступенчатый регулятор напряжения. Как видно из схемы, он отличается от ранее рассмотренного тем, что на вибраторе укреплены два контакта K_2 и K_3 и имеются два неподвижных контакта K_1 и K_4 . На сердечнике расположена обмотка регулятора напряжения $ОРН$.

Работа регулятора протекает следующим образом. При малом числе оборотов якоря или при большой нагрузке на генератор ток возбуждения должен быть наибольшим, чтобы напряжение было номинальным. В этом случае контакты K_1 и K_2 замкнуты и сопротивление в цепи возбуждения будет наименьшее, так как начало обмотки возбуждения $Н$ соединено со щеткой $+$, а конец ее $К$ через вибратор и контакты K_2 и K_1 соединен со щеткой $-$.

При повышении числа оборотов якоря или частичном уменьшении нагрузки напряжение на зажимах генератора повысится, усилится притяжение сердечника регулятора, и контакты K_1 и

K_2 разомкнутся, а контакты K_3 и K_4 еще не замкнутся. Вследствие введенного в цепь возбуждения добавочного сопротивления $ДС$ ток уменьшится, напряжение понизится, и контакты K_1 и K_2 вновь замкнутся. Дальнейшая работа будет протекать подобно тому, как это происходило в одноступенчатом регуляторе. Однако в двухступенчатом регуляторе добавочное сопротивление применяется значительно меньшей величины, чем в одноступенчатом — 4—5 ом, а не 80—195 ом. В связи с этим при дальнейшем повышении числа оборотов или большей разгрузке генератора такое малое добавочное сопротивление не сможет предупредить дальнейшее повышение напряжения. Магнитное поле сердечника увеличится, и вибратор замкнет контакты K_3 и K_4 .

Из схемы видно, что конец обмотки возбуждения K соединен с вибратором, а следовательно, и с контактом K_3 , а начало обмотки возбуждения $И$ соединено с контактом K_4 . Таким образом, при замыкании контактов K_3 и K_4 происходит короткое замыкание обмотки возбуждения, и ток в ней, уменьшаясь, будет стремиться к нулю. При этом в добавочном сопротивлении ток будет наибольшим, так как оно будет включено под полное напряжение генератора, т. е. минуя обмотку возбуждения.

Итак, в двухступенчатом регуляторе процесс регулирования напряжения происходит при работе контактов K_1 и K_2 за счет введения добавочного сопротивления и его выключения, а при работе контактов K_3 и K_4 за счет короткого замыкания цепи возбуждения.

В зависимости от числа оборотов и величины нагрузки вибратор колеблется либо около контакта K_1 при малом и среднем числе оборотов и средней нагрузке, либо около контакта K_4 при большом числе оборотов и малой нагрузке или ее отсутствии.

Двухступенчатый регулятор поддерживает напряжение при больших изменениях числа оборотов якоря, несмотря на малую величину добавочного сопротивления, благодаря чему искрение между контактами K_1 и K_2 очень малое. Однако его регулировка более затруднительна, чем одноступенчатого регулятора, так как приходится регулировать не только упругость пружины и зазор между сердечником и вибратором, но и величину зазора между контактами K_3 и K_4 . Следует отметить, что напряжение, поддерживаемое регулятором, несколько повышается при переходе с первой ступени регулирования на вторую.

§ 75. Способы повышения частоты колебаний вибратора в регуляторах напряжения. Ранее указывалось, что регулирование напряжения осуществляется путем чередующихся замыканий и размыканий контактов. Если генератор обслуживает осветительную нагрузку и в схеме отсутствует аккумуляторная батарея, то в случае малого числа колебаний вибратора (меньше 25 колебаний в секунду) будет наблюдаться мигание света. Кроме того, при малой частоте размыкание контактов происходит медленнее

и между ними электрический разряд в виде дуги будет длительное время воздействовать на металл. В результате разрушение будет больше, чем при большой частоте колебаний вибратора.

Для повышения частоты используют э. д. с. самоиндукции, возникающую в обмотке возбуждения генератора в момент размыкания контактов: либо часть тока размыкания направляют в обмотку регулятора напряжения навстречу намагничивающему току, либо ток размыкания направляют в специальную размагничивающую обмотку. Первый способ применяется на регуляторах тракторных генераторов типа ГБТ и ГАУ и генераторах автомо-

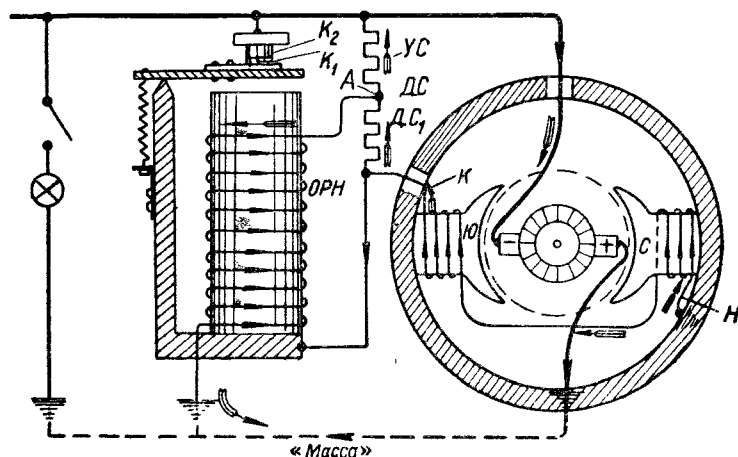


Рис. 110. Схема вибрационного регулятора напряжения с ускоряющим сопротивлением.

билей послевоенного выпуска, кроме ГАЗ-67 и Урал-ЗИС, а второй способ на тракторных генераторах типа Г-66 (С-80) и автомобильных типа ГА (ЗИС-21, ЗИС-8 и ЗИС-16).

На рис. 110 приведена схема регулятора напряжения, в котором часть тока размыкания направляется в обмотку регулятора напряжения ОРН с целью повышения частоты колебаний вибратора. Из схемы следует, что обмотка регулятора напряжения ОРН включена между щеткой + и щеткой — через ускоряющее сопротивление УС, которое является частью добавочного сопротивления ДС, т. е. сопротивление $ДС = ДС_1 + УС$.

Ускоряющее действие тока размыкания заключается в следующем. При замкнутых контактах K_1 и K_2 от щетки + ток поступает по «массе» в обмотку ОРН, к точке А и через ускоряющее сопротивление УС к щетке —. В момент размыкания контактов K_1 и K_2 в цепь обмотки возбуждения генератора вводятся сопротивления $ДС_1$ и УС, вследствие чего ток возбуждения индуктора уменьшается и возникает э. д. с. самоиндукции. Созданный ею

ток размыкания направлен из обмотки возбуждения в сопротивление $ДС_1$ и в точке A разветвляется: часть через ускоряющее сопротивление $УС$ и обмотку якоря в обмотку возбуждения генератора, а часть от точки A через обмотку $ОРН$ и «массу» также в обмотку возбуждения. В связи с этим в обмотке регулятора напряжения величина тока быстро понизится, и вибратор вновь замкнет контакты.

Таким образом, при размыкании контактов э. д. с. самоиндукции, возникающая в обмотке возбуждения, используется для быстрого размагничивания сердечника регулятора и число колебаний

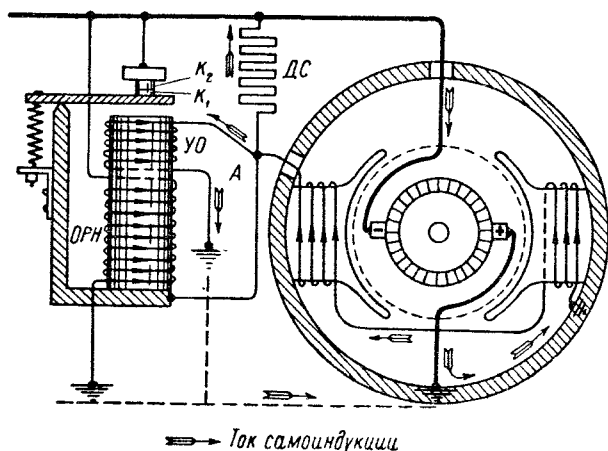


Рис. 111. Схема вибрационного регулятора напряжения с ускоряющей обмоткой.

вибратора значительно увеличивается. В приведенной схеме (рис. 110) не указывается та часть тока размыкания, которая направлена через воздушный промежуток между контактами и наблюдается в виде искры.

Повышение частоты колебаний вибратора с помощью ускоряющей обмотки происходит так (рис. 111). При замкнутых контактах ток возбуждения поступает от щетки $+$ по «массе» в обмотку возбуждения, магнитопровод регулятора напряжения, через вибратор и контакты к щетке $-$. Одновременно ток по «массе» поступает в обмотку регулятора напряжения $ОРН$ и к щетке $-$, а также в ускоряющую обмотку $УО$, которая через магнитопровод и контакты соединена со щеткой $-$. В этом случае магнитное поле, создаваемое током в обмотке $ОРН$, дополняется полем обмотки $УО$.

В момент размыкания контактов ток размыкания обмотки возбуждения генератора разветвляется в точке A . Часть его поступает в ускоряющую обмотку и через «массу» в обмотку возбужде-

ния генератора. При этом магнитное поле, создаваемое током в обмотке $УО$, будет уменьшать силу притяжения сердечника и тем самым способствовать быстрому замыканию контактов, а следовательно, и повышению частоты колебаний вибратора.

Ускоряющая обмотка, кроме того, является и искрогасительным сопротивлением, роль которого рассмотрена в § 72.

§ 76. Способы восстановления устойчивой работы вибрационного регулятора напряжения с ускоряющей обмоткой или ускоряющим сопротивлением. В связи с тем, что ускоряющая обмотка при замкнутых контактах способствует намагничиванию сердеч-

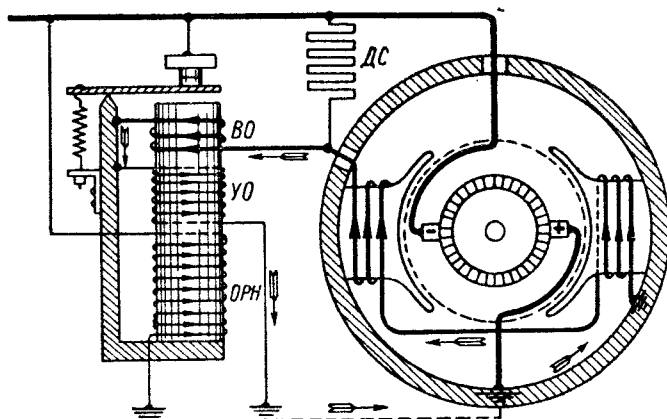


Рис. 112. Схема вибрационного регулятора напряжения с ускоряющей и выравнивающей обмотками.

ника, а величина тока в ней зависит от работы регулятора, такой способ повышения частоты колебаний вибратора имеет тот недостаток, что при изменении числа оборотов якоря или изменении нагрузки регулятор не поддерживает напряжение постоянным: с увеличением числа оборотов якоря или при уменьшении нагрузки напряжение генератора несколько повышается. Это объясняется тем, что обмотка $УО$ включена параллельно обмотке возбуждения генератора, а нам известно, что регулятор уменьшает величину тока возбуждения при повышении числа оборотов якоря или уменьшении нагрузки. Следовательно, ток уменьшится и в обмотке $УО$, как параллельно включенной. Таким образом, намагничивающее действие обмотки $УО$ уменьшается, магнитное поле сердечника становится также меньше, а это равноценно повышению упругости пружины, вследствие чего и напряжение генератора повысится.

Чтобы избавиться от этого недостатка, на сердечнике регулятора располагается еще одна обмотка, которую называют выравнивающей обмоткой, так как она дает возможность получить

напряжение неизменной величины при переменной нагрузке и переменном числе оборотов якоря, позволяя в то же время получить большую частоту колебаний вибратора.

На рис. 112 изображена схема регулятора напряжения с ускоряющей *УО* и выравнивающей *ВО* обмотками.

До момента размыкания контактов обмотка *ВО* создает поле, равное полю обмотки *УО*, но встречного направления, следовательно, намагничивание сердечника производится только обмоткой *ОРН*.

При размыкании контактов ток размыкания из обмотки возбуждения направлен через обмотку *ВО* и обмотку *УО* в обмотку возбуждения. В этом случае направление тока в выравнивающей и ускоряющей обмотках одно и то же, т. е. обмотки *ВО* и *УО* создают размагничивание сердечника, так как их поле направлено навстречу полю обмотки *ОРН*. Выравнивающая обмотка устраняет возможность намагничивания сердечника ускоряющей обмоткой при замкнутых контактах и помогает ускоряющей обмотке быстро уменьшить магнитное поле сердечника при размыкании контактов.

Выравнивающую обмотку применяют иногда на регуляторах напряжения, не имеющих ускоряющей обмотки, но использующих ток размыкания с помощью ускоряющего сопротивления в схеме, представленной на рис. 111.

Для работы регулятора напряжения необходимо в его сердечнике изменять величину магнитного потока в каких-то определенных пределах. При достижении верхнего предела происходит размыкание контактов, а при уменьшении потока до нижнего предела контакты замыкаются. Это зависит от величины тока в обмотке *ОРН*, который в свою очередь зависит от напряжения на концах обмотки регулятора, которое колеблется около какой-то средней величины.

В схеме на рис. 113 напряжение на зажимах генератора равно сумме падений напряжения в обмотке *ОРН* (между точками 4 и 2) и ускоряющем сопротивлении *УС* (между точками 2 и 1). При увеличении числа оборотов якоря величина падения напряжения в добавочном сопротивлении (точки 3 и 1) увеличивается, так как контакты длительное время остаются в разомкнутом положении. Ускоряющее сопротивление представляет часть добавочного сопротивления, поэтому соответственно и между точками 2 и 1 падение напряжения увеличится. Следовательно, напряжение на зажимах генератора будет поддерживаться регулятором несколько повышенным.

Применение выравнивающей обмотки *ВО* позволяет устранить этот недостаток. Обмотка *ВО* включена последовательно обмотке возбуждения генератора, и все изменения тока возбуждения будут оказывать влияние на магнитный поток сердечника, создавая большее размагничивание его при малом числе оборотов и мень-

шее при большом числе оборотов якоря. Таким образом, по мере увеличения числа оборотов якоря, в связи с уменьшением размагничивания током обмотки BO , сила притяжения сердечника несколько увеличивается, контакты длительнее находятся в разомкнутом состоянии, благодаря чему напряжение на зажимах генератора сохраняет первоначальную величину, которая поддерживалась регулятором при малом числе оборотов якоря.

Обмотка BO поддерживает напряжение в заданных пределах и в случае изменения величины нагрузки на генератор, так как при большой нагрузке ее размагничивающее действие усиливается,

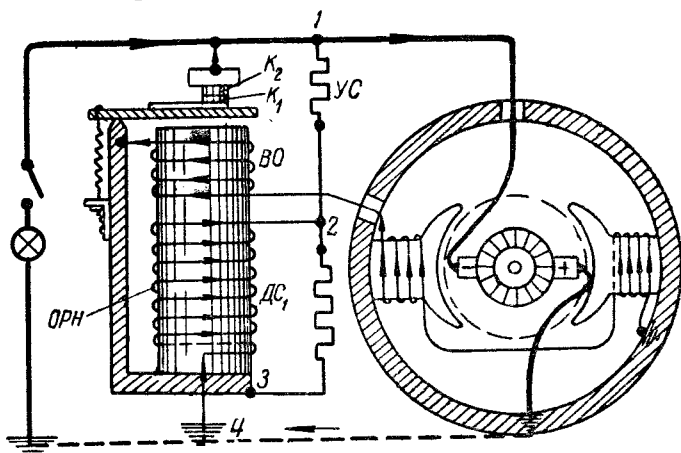


Рис. 113. Схема вибрационного регулятора напряжения с ускоряющим сопротивлением и выравнивающей обмоткой.

контакты длительнее находятся в замкнутом состоянии, ток возбуждения увеличивается и напряжение на зажимах сохраняет свою величину, несмотря на увеличение нагрузки.

Ускоряющая обмотка применяется в регуляторах напряжения тракторных генераторов типа ГБТ и ГАУ, но выравнивающей обмотки они не имеют. Регуляторы напряжения генератора трактора С-80 и автомобилей ЗИС-8, ЗИС-16, ЗИС-21 и ЗИС-155 имеют не только ускоряющую, но и выравнивающую обмотки.

Со второй половины 1948 г. в регуляторах напряжения автомобилей ГАЗ-51, ГАЗ-63, ГАЗ-М20, ГАЗ-69 и ЗИМ выравнивающая обмотка не применяется, и восстановление устойчивой работы регулятора достигается выравнивающим сопротивлением BC (рис. 114), включенным между неподвижным контактом K_2 и щеткой —. В этой схеме напряжение генератора равно сумме трех слагаемых: падению напряжения в обмотке регулятора напряжения OPH (между точками 4 и 3), падению напряжения в ускоряющем сопротивлении UC (между точками 3 и 2) и падению напряжения в выравнивающем сопротивлении BC (между точками 2 и 1).

Величина падения напряжения в выравнивающем сопротивлении зависит от тока возбуждения генератора, который уменьшается регулятором при увеличении числа оборотов якоря. Поэтому величина падения напряжения между точками 2 и 1 больше при малом числе оборотов якоря и меньше при большом, т. е. изменение происходит противоположно тому, что наблюдается в ускоряющем сопротивлении $УО$. Следовательно, если при увеличении числа оборотов одно из трех слагаемых будет уменьшаться (между точками 2 и 1), второе слагаемое (между точками 3 и 2)

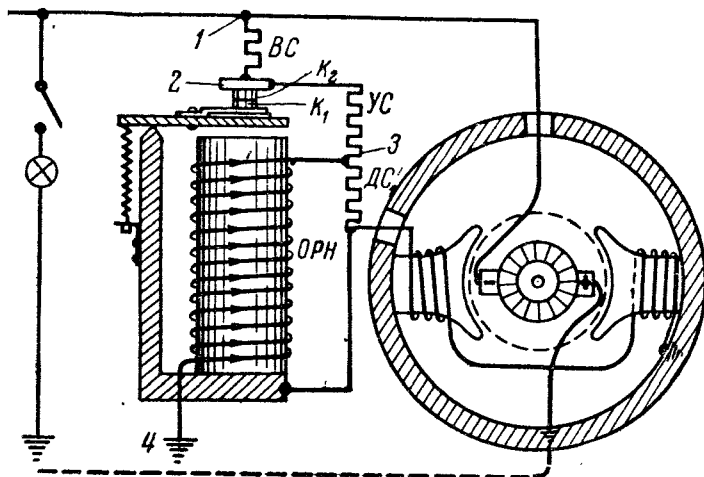


Рис. 114. Схема вибрационного регулятора напряжения с ускоряющим и выравнивающим сопротивлениями.

будет настолько же увеличиваться, а третье слагаемое (между точками 4 и 3) остается неизменным, то суммарное напряжение останется постоянным.

§ 77. Температурная компенсация регуляторов напряжения. Обмотка регулятора напряжения $ОРН$ изготавливается из медного провода. В результате нагревания обмотки током сопротивление ее повышается, так как медь обладает положительным температурным коэффициентом сопротивления. Для притяжения вибратора требуется определенная сила электромагнита, которая, помимо прочих условий, зависит от числа ампер-витков. Так как обмотка $ОРН$ в нагретом состоянии имеет сопротивление больше, то для того, чтобы ток достигал прежней величины, при которой работал регулятор до нагрева, необходимо к зажимам подвести выше напряжение, и регулятор напряжения, снабженный обмоткой $ОРН$ из медного проводника, будет повышать поддерживаемое напряжение по мере нагревания обмотки.

В целях полного или частичного устранения влияния температуры на режим работы регулятора применяется температурная компенсация. В различных моделях регуляторов напряжения она выполняется различно. Для полной температурной компенсации обмотка регулятора напряжения *ОРН* включается к зажимам генератора через угольное сопротивление. Так как медь имеет положительный температурный коэффициент, а уголь — отрицательный, то при повышении температуры сопротивление медной обмотки увеличится, а сопротивление угольной пластинки уменьшится, и общее сопротивление обмотки и угольной пластинки останется прежним.

При частичной компенсации вместо угля применяется проволока из константана. Константан имеет также положительный температурный коэффициент, но он в 140 раз меньше, чем у меди. Например, в регуляторе типа ВР суммарное сопротивление двух обмоток 12,5 *ом*, на долю медной обмотки приходится 2,5 *ом*, на долю константановой — 10 *ом*. При повышении температуры на 50° (табл. 1) сопротивление медной обмотки увеличится на $0,004 \times 50 \times 2,5 = 0,5$ *ом* и будет $2,5 + 0,5 = 3,0$ *ом*. Сопротивление константановой проволоки увеличится на $0,00003 \times 50 \times 10 = 0,005$ *ом* и будет $10 + 0,005 = 10,005$ *ом*. Следовательно, при повышении температуры на 50° суммарное сопротивление медной и константановой проволок будет $3 + 10,005 = 13,005$ *ом*.

Если бы обмотка регулятора напряжения была вся из меди и имела сопротивление 12,5 *ом* до нагрева, то при повышении температуры на 50° ее сопротивление увеличилось бы на $0,004 \times 50 \times 12,5 = 2,5$ *ом*, и сопротивление ее было бы $12,5 + 2,5 = 15$ *ом*.

Из этого примера видно, что при наличии температурной компенсации общее сопротивление, а следовательно, и напряжение на зажимах повысится на 4%, а без компенсации — на 20%.

§ 78. Температурная коррекция работы регулятора напряжения. При совместной работе генератора с аккумуляторной батареей, регулятор напряжения должен не только не допускать повышения напряжения при повышении температуры, а наоборот, снижать его. Объясняется это тем, что при высокой температуре окружающего воздуха (летом) величина зарядного тока должна быть меньше, чем в зимних условиях. В начале зарядки аккумуляторной батареи, когда генератор и регулятор еще не прогрелись, желательно иметь больший зарядный ток. Это позволяет произвести быструю подзарядку батареи после пуска двигателя стартером.

Таким образом, регулятор напряжения должен поддерживать напряжение генератора повышенным в холодном состоянии и пониженным в нагретом состоянии. Такую корректировку работы регулятора выполняет магнитный шунт. Он изготовлен из сплава железа (70%) и никеля (30%). Свойства этого сплава таковы: при

повышении температуры магнитное сопротивление его увеличивается, а при понижении температуры уменьшается.

Регулятор напряжения с магнитным шунтом (рис. 115) работает следующим образом. Магнитный поток в сердечнике 4 создается ампер-витками обмотки. Часть этого потока направлена через вибратор 1 в стойку 2, а часть — через магнитный шунт 3. Сила притяжения вибратора к сердечнику зависит от величины магнитного потока, проходящего через вибратор. Чем больше поток в вибраторе, тем с большей силой он притягивается. Однако величина магнитного потока в вибраторе 1 зависит от магнитного шунта 3.

В том случае, когда температура магнитного шунта выше, магнитное сопротивление его больше и в него ответвляется меньшая часть магнитного потока сердечника. В связи с этим вибратор будет притягиваться сердечником при меньшем токе, регулятор начнет действовать при меньшем напряжении на зажимах генератора, и величина зарядного тока будет меньше.

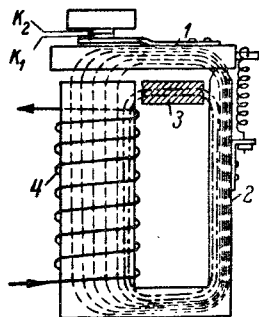


Рис. 115. Схема магнитной цепи регулятора напряжения с магнитным шунтом.

В зимних условиях эксплуатации автомобиля температура регулятора ниже, чем в летних условиях, в связи с чем магнитное сопротивление шунта меньше, и через него замыкается большая часть магнитного потока сердечника. Поэтому для ввода в действие вибратора обмотка *ОРН* должна создавать большее магнитное поле в сердечнике, что может быть при большем намагничивающем токе, т. е. регулятор будет под-

держивать повышенное напряжение на зажимах генератора, и величина зарядного тока повысится.

Автоматическое температурное корректирование работы регулятора напряжения с помощью магнитного шунта применяется на автомобилях ГАЗ и ЗИС послевоенного выпуска, кроме ГАЗ-67 и Урал-ЗИС. Оно также применяется на автомобилях Ярославского и Минского автозаводов.

Автоматическая температурная коррекция регуляторов напряжения улучшает условия эксплуатации аккумуляторной батареи в том случае, когда батарея и регулятор напряжения находятся в одинаковых температурных условиях. Если же регулятор установлен под капотом двигателя, где температура в зимних и летних условиях почти не изменяется, а аккумуляторная батарея находится под подножкой автомобиля, то режим работы регулятора требует проведения корректировки при сезонном техническом обслуживании.

§ 79. Вибрационный регулятор тока. В системе электрооборудования автомобиля наличие аккумуляторной батареи обязательно, а на тракторах она имеет ограниченное применение.

При совместной работе генератора с аккумуляторной батареей в зависимости от условий работы могут иметь место три случая: 1) все потребители, кроме стартера, питаются от аккумуляторной батареи; 2) все потребители, в том числе и батарея, питаются от генератора; 3) все потребители питаются одновременно от генератора и аккумуляторной батареи.

Третий случай бывает кратковременным, а первый — при неработающем двигателе или при малом числе оборотов коленчатого вала. В обычных эксплуатационных условиях имеет место второй

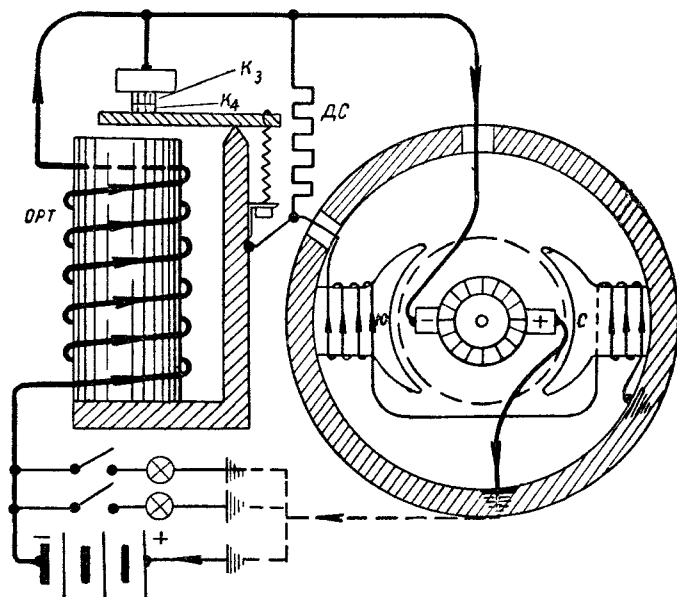


Рис. 116. Схема генератора с вибрационным регулятором тока.

случай. Однако распределение нагрузки между источниками, т. е. генератором и батареей, зависит от способа регулирования генератора.

При обслуживании генератора регулятором напряжения изменение числа включенных потребителей не вызывает изменения величины зарядного тока. В этом случае батарея заряжается, и вся нагрузка падает на генератор, в связи с чем его мощность должна быть взята больше, т. е. с запасом. В том случае, когда генератор не имеет этого запаса, его необходимо защитить от перегрузки. Для этой цели применяют вибрационный регулятор тока, часто называемый ограничителем тока. Он может быть как одноступенчатого, так и двухступенчатого действия и конструктивно напоминает регулятор напряжения с основным отличием в намагничивающей обмотке. В регуляторах напряжения намаг-

ничивание сердечника производит обмотка *ОРН*, включаемая параллельно генератору и потребителям, а в регуляторе тока намагничивание сердечника производит обмотка *ОРТ*, последовательно включенная между потребителями и генератором (рис. 116).

Рассмотрим работу регулятора тока при различных режимах, а именно: 1) при переменном числе оборотов якоря и отсутствии внешней нагрузки; 2) при переменном числе оборотов якоря и постоянном внешнем сопротивлении потребителей; 3) при переменном числе включенных потребителей, переменном числе оборотов якоря и отсутствии аккумуляторной батареи; 4) при переменной нагрузке и переменном числе оборотов якоря и параллельно включенной батарее; 5) при выключенных потребителях и включенной батарее.

Режим 1. При переменном числе оборотов якоря генератора и отсутствии какой-либо внешней нагрузки ток в обмотке *ОРТ* регулятора тока равен нулю, сердечник не намагничивается и регулятор бездействует. Если число оборотов будет расти, ток возбуждения увеличится, а напряжение генератора будет повышаться, что вызовет еще большее увеличение тока возбуждения и т. д. В конечном итоге обмотка возбуждения нагреется от чрезмерной величины тока и ее изоляция сгорит. Следовательно, регулятор тока непригоден к обслуживанию генератора при отсутствии нагрузки.

Режим 2. Если имеется постоянное сопротивление во внешней цепи и изменяется число оборотов якоря, то регулятор работает следующим образом. При увеличении числа оборотов якоря в его обмотке повышается э. д. с., и ток внешней цепи увеличивается. Под действием тока сердечник регулятора намагничивается, и когда сила притяжения сердечника преодолееет силу упругости пружины, вибратор притянется, контакты K_3 и K_4 разомкнутся. При этом в цепь обмотки возбуждения генератора включится добавочное сопротивление $ДС$, и ток возбуждения понизится. Это вызовет уменьшение магнитного потока индуктора генератора, величина э. д. с. в обмотке якоря понизится, ток во внешней цепи уменьшится, и магнитное поле сердечника ослабеет. Пружина замкнет контакты, и добавочное сопротивление зашунтируется, вследствие чего ток возбуждения вновь начнет повышаться, э. д. с. в якоре увеличится, ток внешней цепи вновь возрастает, и вновь последует размыкание контактов. Дальнейшая работа будет протекать подобно работе регулятора напряжения — с чередованием замыкания и размыкания контактов, что будет поддерживать ток возбуждения генератора такой величины, при которой ток во внешней цепи будет колебаться около среднего значения, зависящего от упругости пружины вибратора. Если увеличить упругость пружины, то для размыкания контактов потребуется большая сила притяжения, т. е. в обмотке *ОРТ* должен быть больший ток, а следовательно, и во внешней цепи ток увеличится. Отсюда сле-

дует, что, изменяя упругость пружины вибратора, можно установить требующуюся величину наибольшего тока, который должен поддерживаться регулятором во внешней цепи.

Р е ж и м 3. При переменном числе оборотов якоря и переменном числе включенных потребителей регулятор тока работает так. Если число потребителей, включенных в цепь, увеличится, то сопротивление внешней нагрузки уменьшится, так как потребители включаются параллельно между собою. Уменьшение сопротивления неизбежно вызовет увеличение тока в обмотке *ОРТ*; это, в свою очередь, повлияет на вибратор, т. е. он длительное время будет находиться в притянутом состоянии, что вызовет уменьшение тока возбуждения, снижение э. д. с. в обмотке якоря, и величина тока, поддерживаемая во внешней цепи, сохранит прежнее значение, на которое отрегулирована пружина вибратора.

В случае короткого замыкания во внешней цепи, регулятор тока будет сохранять величину тока, на которую он отрегулирован. Из сказанного очевидно, что напряжение на зажимах генератора и потребителей не может оставаться постоянным, так как при различном сопротивлении внешней нагрузки величина тока остается постоянной. Чтобы лучше уяснить это, рассмотрим следующий пример.

Допустим, что во внешней цепи включена одна лампа, ток накала которой равен 3 а , и на эту же величину отрегулирована пружина регулятора. Если мы включим вторую лампу с таким же сопротивлением параллельно первой, то сопротивление внешней нагрузки будет в два раза меньше. Однако регулятор не допустит повышения тока свыше 3 а , и напряжение снизится в два раза, т. е. лампы будут иметь слабый накал. Если отрегулировать на 6 а , то напряжение генератора восстановится, и лампы будут иметь нормальный накал, но в случае выключения одной из ламп величина тока в обмотке *ОРТ* понизится, контакты будут длительное время в замкнутом состоянии, ток возбуждения повысится, э. д. с. в якоре увеличится, и ток во внешней цепи будет повышаться, стремясь к значению 6 а , т. е. к той величине, на которую отрегулирована пружина. Однако такое повышение тока неизбежно вызовет разрушение спирали лампы, оставшейся включенной в цепь.

Изложенное говорит о непригодности регулятора тока для обслуживания генератора при наличии световой нагрузки и отсутствии аккумуляторной батареи.

Р е ж и м 4. При включенной аккумуляторной батарее и переменном числе оборотов якоря все перечисленные недостатки устраняются, так как все изменения числа включенных потребителей будут влиять только на величину зарядного и разрядного тока.

Если генератор имеет достаточную мощность, то разрядный ток может иметь место только при малом числе оборотов якоря

или в случае перегрузки. Допустим, что регулировка произведена на ток 10 а. При отсутствии внешней нагрузки величина зарядного тока равна 10 а. При включении световой нагрузки, требующей 6 а, аккумуляторная батарея будет заряжаться током 4 а. При включении нагрузки, требующей 12 а, генератор с помощью регулятора обеспечит 10 а, а ток 2 а будет давать батарея, т. е. она будет разряжаться.

В случае отсутствия регулятора тока и наличия регулятора напряжения величина зарядного тока оставалась бы постоянной, и вся нагрузка падала бы на генератор, вследствие чего возникла бы необходимость в повышении его мощности.

Режим 5. При отключенных потребителях вибрационный регулятор тока поддерживает постоянное значение зарядного тока независимо от числа оборотов якоря и состояния заряда батареи. Для правильного проведения зарядки аккумуляторной батареи рекомендуется иметь в начале зарядки зарядный ток большей величины, а в конце зарядки меньшей, при этом ускоряется зарядка и уменьшается износ пластин свинцовых аккумуляторов. Таким образом, регулятор тока не отвечает этим требованиям, так как независимо от степени зарядки аккумуляторной батареи поддерживает зарядный ток постоянной величины.

§ 80. Повышение частоты колебаний вибратора регулятора тока и автоматическое корректирование режима работы. В регуляторе тока подобно регулятору напряжения стремятся повысить частоту колебаний вибратора. Это делают для того, чтобы при работе регулятора получить меньшие колебания величины тока во внешней цепи и ускорить размыкание контактов. Для повышения частоты колебаний вибратора применяется обмотка KO (рис. 117), в которой используются изменения величины тока возбуждения. Обмотка KO одновременно является и корректирующей обмоткой, изменяющей в небольших пределах режим работы регулятора тока.

Рассмотрим, какое влияние на величину тока во внешней цепи оказывает обмотка KO . Как только величина тока во внешней цепи окажется предельной при данной регулировке пружины, ампер-витки обмотки OPT и обмотки KO настолько намагнитят сердечник, что вибратор притянется, контакты K_3 и K_4 разомкнутся, и в цепь возбуждения включатся добавочные сопротивления $ДС_1$ и $ДС_2$. Так как сопротивление обмоток KO и OPT очень мало, то им можно пренебречь и считать сопротивления $ДС_2$ и $ДС_1$ параллельно включенными между собою и последовательно включенными в обмотку возбуждения. При размыкании контактов общее сопротивление цепи возбуждения увеличится, и ток возбуждения уменьшится. В связи с тем, что сопротивление $ДС_1$ больше $ДС_2$ (практически берут $ДС_2 = 30 \text{ ом}$, а $ДС_1 = 50 \div 195 \text{ ом}$), в сопротивлении $ДС_1$ ток будет меньше, чем в сопротивлении $ДС_2$. А так как последовательно сопротивлению $ДС_1$ включена обмотка

KO , то в ней ток также уменьшится, и с ним уменьшится магнитное поле сердечника. Сила притяжения сердечника ослабеет, и вибратор вновь замкнет контакты.

Магнитное поле сердечника уменьшается еще и потому, что при уменьшении тока возбуждения э. д. с. в обмотке якоря снижается, а следовательно, ток во внешней цепи и обмотке OPT уменьшается.

При работе регулятора тока в цепь обмотки возбуждения вводится меньшее добавочное сопротивление, чем при работе регуля-

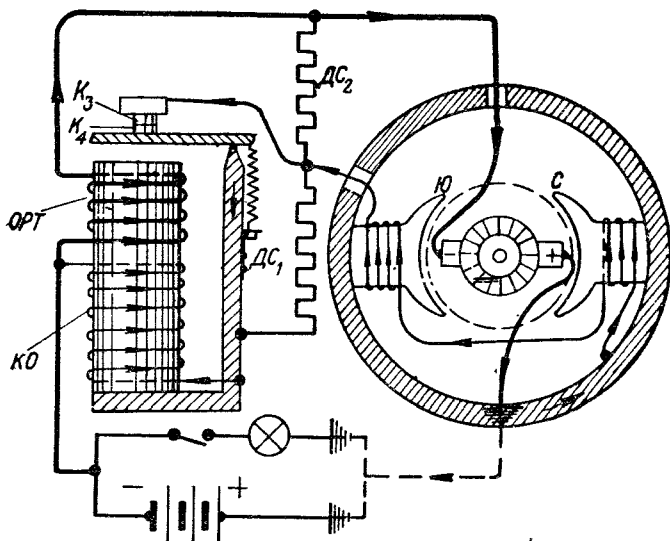


Рис. 117. Схема вибрационного регулятора тока с корректирующей обмоткой.

тора напряжения. Это сделано в целях уменьшения искрения между контактами K_3 и K_4 , так как ток возбуждения при нагруженном генераторе имеет большую величину.

Корректирование работы регулятора обмотка KO производит так: в том случае, когда якорь генератора имеет малое число оборотов, ток возбуждения генератора больше, а следовательно, будет больше и ток в обмотках KO и OPT , в связи с чем увеличится и ее намагничивающее действие, и регулятор вступает в действие при меньшем токе нагрузки. Таким образом, при пониженном числе оборотов якоря регулятор тока поддерживает ток нагрузки несколько ниже, чем при большом числе оборотов; благодаря этому облегчается работа генератора.

В реле-регуляторах РР-12А, выпускаемых с 1948 г., корректирующая обмотка KO отсутствует, однако некоторое корректирование режима работы регулятора и незначительное повышение

частоты колебания вибратора выполняет обмотка *ОРТ*, так как через нее пропущен ток возбуждения генератора, который при работе контактов изменяется по величине и тем самым воздействует на вибратор.

§ 81. Комбинированные регуляторы напряжения и тока. При совместной работе генератора с аккумуляторной батареей применяется комбинированный способ регулирования генератора, т. е. генератор снабжается либо вибрационными регуляторами напряжения и тока, объединенными в одну конструкцию с общей электромагнитной системой, либо генератор регулируется двумя отдельными электромагнитными системами. Совместная работа двух регуляторов вызвана необходимостью получения такой характеристики зарядного тока,

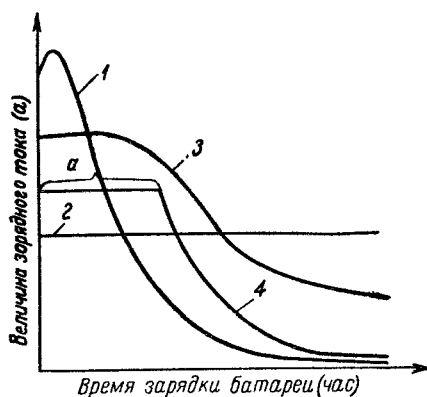


Рис. 118. Характеристики зарядного тока при различных регулирующих устройствах.

которая наиболее отвечала бы условиям эксплуатации свинцовой аккумуляторной батареи на автомобиле.

Рассмотрим характеристики зарядного тока для четырех случаев регулирования генератора: 1) при наличии только регулятора напряжения; 2) при наличии только регулятора тока; 3) при комбинированном регулировании с общей магнитной системой; 4) при комбинированном регулировании с двумя отдельными магнитными системами.

На рис. 118 приведены четыре характеристики изменения величины зарядного тока в зависимости от состояния заряда батареи. Характеристика 1 получена при поддержании напряжения постоянной величины с помощью регулятора напряжения. Из характеристики видим, что в разряженной батарее зарядный ток очень большой. При этом химические реакции протекают очень быстро. В связи с быстрым повышением э. д. с. батареи и «закипанием» электролита в аккумуляторах величина зарядного тока сильно снижается.

Характеристика 2 получена при регуляторе тока. Как видно из характеристики, величина зарядного тока остается постоянной как в начале, так и в конце зарядки. Такая характеристика не удовлетворяет условиям эксплуатации кислотной аккумуляторной батареи по той причине, что зарядка батареи будет длительной и неизменность тока в конце зарядки вызовет бурное «кипение» электролита. Это повысит расход дистиллированной воды, а также ускорит износ пластин.

Характеристика 3 получена при комбинированном регулировании с общей электромагнитной системой (рис. 119). Из рисунка видим, что на сердечнике регулятора расположены две обмотки: одна обмотка регулятора напряжения *ОРН* из провода малого сечения, находящаяся под полным напряжением генератора, и вторая — обмотка регулятора тока *ОРТ* из провода большого сечения, находящаяся под током внешней нагрузки. Обе обмотки создают в сердечнике магнитное поле одного направления. Однако намагничивающее действие их различно при различном состоянии

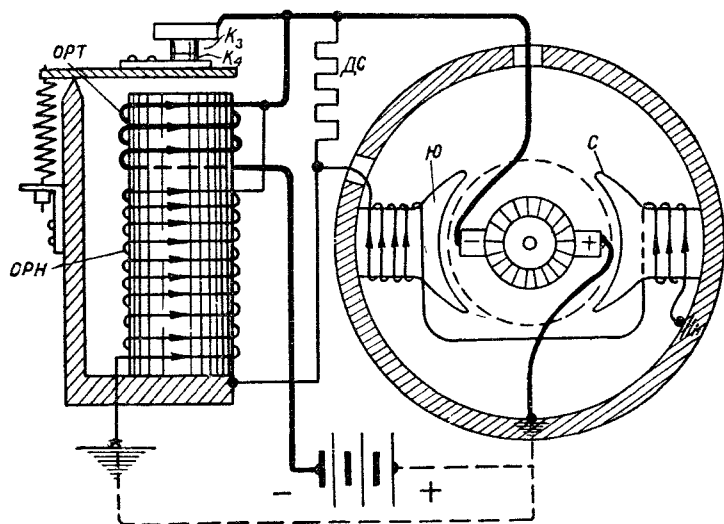


Рис. 119. Схема комбинированного вибрационного регулятора с общей электромагнитной системой.

заряда аккумуляторной батареи. При разряженном состоянии батареи э. д. с. ее понижена, и зарядный ток был бы наибольшей величины, так как обмотка регулятора напряжения стремится поддерживать напряжение постоянным. Но увеличение тока в обмотке *ОРТ* усилит магнитное поле сердечника, и вибратор будет длительное время находиться в разомкнутом состоянии. Это вызовет уменьшение тока возбуждения генератора, э. д. с. в обмотке якоря понизится, и величина зарядного тока будет меньше.

По мере зарядки аккумуляторной батареи ее э. д. с. увеличивается, и величина зарядного тока снижается, уменьшая намагничивающее действие обмотки *ОРТ*. Контакты длительное время остаются замкнутыми, ток возбуждения генератора и его э. д. с. повышаются, вследствие чего зарядный ток не снижается до таких низких значений, как это имело место при регуляторе напряжения. Таким образом, комбинированный регулятор не поддерживает

применяют комбинированное регулирование генератора отдельными электромагнитными системами, т. е. генератор снабжают регулятором напряжения и регулятором тока (рис. 120). При такой системе имеется возможность произвести установку регулятора тока на нужную величину, не изменяя режима работы регулятора напряжения, и при разряженном состоянии аккумуляторной батареи величина зарядного тока будет ограничиваться регулятором тока (характеристика 4, участок a , рис. 118). В этом случае регулятор напряжения бездействует. Вибратор регулятора тока чередующимися размыканиями контактов K_3 и K_4 вводит в цепь возбуждения генератора сопротивления $ДС_1$, $УС$ и $ДС_2$. Достаточно большая величина зарядного тока обеспечивает быструю зарядку аккумуляторной батареи, и как только э. д. с. батареи повысится, величина тока в обмотке настолько снизится, что регулятор тока прекратит свою работу и вступит в действие регулятор напряжения. Контакты K_3 и K_4 остаются замкнутыми, а чередующиеся размыкания контактов K_1 и K_2 вводят в цепь возбуждения генератора сопротивления $УС$ и $ДС_1$. Величина зарядного тока снижается настолько, чтобы поддерживать аккумуляторную батарею в состоянии полного заряда.

При эксплуатации автомобилей выше перечисленных марок отсутствие показаний зарядного тока на амперметре после некоторого пробега автомобиля нельзя считать признаком неисправного состояния генератора. Отклонения стрелки амперметра бывают заметны только при разряженной батарее, когда генератор дает большой зарядный ток, что наблюдается после пользования стартером.

§ 82. Принципы регулирования трехщеточных генераторов. При переменном числе оборотов якоря генератора и переменной нагрузке можно получить мало изменяющееся напряжение на зажимах генератора и без применения вибрационного регулятора напряжения, для чего достаточно включить параллельно потребителям аккумуляторную батарею. Малое изменение напряжения при включенной аккумуляторной батарее объясняется тем, что внутреннее сопротивление стартерных аккумуляторов очень мало, а э. д. с. их мало изменяется во время зарядки. Колебания напряжения на зажимах батареи, а следовательно, и потребителей около 2 в при номинальном напряжении 6 в и 4 в при номинальном напряжении 12 в, т. е. в начале зарядки напряжение батареи 6 в, а в конце зарядки поднимается до 8 в.

Однако при изменении числа оборотов якоря величина зарядного тока будет изменяться в широких пределах. Необходимо отметить, что если вопрос поддержания постоянства напряжения легко решается включением «буферной» батареи, то это не значит, что зарядный режим для батареи будет соответствовать техническим требованиям. Наоборот, он совершенно недопустим и требует автоматического регулирования величины зарядного тока.

Объясняется это тем, что при повышении числа оборотов якоря шунтового генератора и отсутствии регулятора тока зарядный ток будет повышаться. Повышение тока пагубно отразится на состоянии пластин аккумуляторов, которые будут коробиться, активная масса будет высыпаться, сепараторы обугливаются, и батарея выйдет из строя. Для автоматического регулирования тока генератора при переменном режиме, как по нагрузке, так и по числу оборотов, применяют третью щетку, с помощью которой используется явление реакции якоря. Конструктивное выполне-

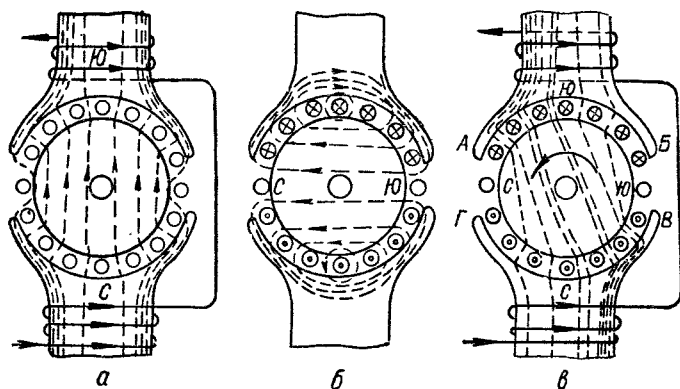


Рис. 121. Распределение магнитных потоков в генераторе постоянного тока.

а — поток индуктора, *б* — поток якоря, *в* — результирующий поток.

ние таких генераторов очень простое, и они широко применяются на автомобилях ЗИС-5, ЗИС-101, ГАЗ-А, ГАЗ-АА, ГАЗ-М1, ГАЗ-ММ, ГАЗ-67 и МЗМА (выпуска до 1952 г.).

Для изучения процесса регулирования трехщеточных генераторов рассмотрим явление реакции якоря. На рис. 121 изображен якорь и полюсы генератора (индуктор). Для удобства изучения явления реакции якоря представим себе неподвижный якорь, т. е. якорь закреплён и не может вращаться.

На рис. 121, *а* изображен магнитный поток в якорь, который создан током возбуждения. В обмотке якоря для данного случая ток равен нулю. Как видно на рис. 121, *а*, магнитный поток направлен из северного полюса в южный и распределен равномерно.

На рис. 121, *б* изображено распределение магнитного потока, который был создан током в якорной обмотке при питании ее от постороннего источника. Из рисунка видно, что якорь при этом представлял бы собою электромагнит с полюсами: слева северным, а справа южным. Для данного случая в обмотке возбуждения ток равен нулю, и на рис. 121, *б* изображено только

поле якоря. Оно расположено под углом 90° относительно поля, создаваемого индуктором генератора.

На рис. 121, *в* изображен суммарный магнитный поток в сердечнике якоря при наличии тока как в обмотке возбуждения, так и в обмотке якоря. От совместного действия обеих обмоток между полюсом *Ю* и якорем в области *А* магнитный поток будет сгущаться, а в области *В* разрежаться. Подобное явление произойдет между полюсом *С* и якорем: в области *В* магнитный поток будет сгущаться и в области *Г* разрежаться. Таким образом, при наличии тока в якоре суммарный магнитный поток не только повернут на какой-то угол, но и располагается под полюсами неравномерно. Это смещение магнитного потока, получаемое от действия магнитного поля якоря на магнитный поток индуктора, носит название «явления реакции якоря». Чем больше будет величина тока в якоре, тем на больший угол сместится суммарный, или результирующий, магнитный поток.

Мы рассмотрели явление в неподвижном якоре и для создания якорного поля обмотку якоря питали от постороннего источника. В случае вращения якоря в его проводниках будет индуцироваться э. д. с., и если нагрузка включена, то в обмотке якоря появится ток. Произойдет взаимодействие двух магнитных полей, и результирующий магнитный поток сместится в сторону вращения на какой-то угол.

Если якорю сообщить большее число оборотов, величина э. д. с. в его обмотке увеличится, в связи с чем увеличится и ток в этой обмотке, магнитный поток якоря усилится, и результирующий поток повернется на больший угол. Следовательно, угол поворота магнитного потока увеличивается при увеличении числа оборотов якоря и уменьшается при уменьшении.

Если число оборотов якоря постоянно, а мы будем изменять сопротивление внешней нагрузки, угол поворота результирующего магнитного потока будет изменяться: при уменьшении сопротивления ток в обмотке якоря возрастет и угол поворота магнитного потока увеличивается; при увеличении сопротивления ток и угол поворота потока уменьшаются. Это свойство используется применением третьей щетки для автоматического регулирования величины тока возбуждения в целях предупреждения повышения тока во внешней цепи, которое может вызываться повышением числа оборотов якоря или уменьшением сопротивления внешней цепи.

На рис. 122 приведена схема трехщеточного генератора с подключенными к нему внешней нагрузкой и аккумуляторной батареей. Для простоты схемы коллектор не изображен, секции обмотки представлены условно отдельными проводниками, с которыми непосредственно соприкасаются щетки генератора.

Из § 16 известно, что величина э. д. с., индуцированной в проводнике, зависит от густоты магнитного поля (магнитной индукции),

в котором движется проводник, от скорости перемещения проводника в магнитном поле и от активной длины проводника.

При вращении якоря проводники его пересекаются магнитным полем и в них появляется э. д. с., а так как длина проводников не изменяется и все проводники вращаются с одинаковой скоростью, то величина э. д. с. зависит только от густоты магнитного поля, в котором данный проводник перемещается. При отсутствии тока в якоре (мы в данном случае тока возбуждения не принимаем во внимание) магнитное поле между полюсами и якорем распределяется равномерно (рис. 121, а).

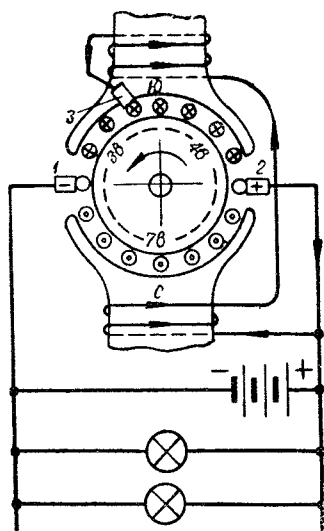


Рис. 122. Схема трехщеточного генератора.

В каждом проводнике будет индуцироваться э. д. с. равной величины, и между щетками 1—2 и 2—3 появится сумма э. д. с., причем суммарная величина э. д. с. будет зависеть от числа проводников, находящихся между щетками. Направление индуцированных э. д. с. определяем «правилом правой руки». Очевидно, что сумма э. д. с. между щетками 1—2 будет больше, чем между щетками 2—3. Для примера на рис. 122 указаны: суммарная э. д. с. между щетками 1—2, равная 7 в, между щетками 2—3, равная 4 в, и щетками 3—1, равная 3 в.

При наличии тока в якоре магнитное поле сместится и распределится неравномерно между полюсами и якорем, т. е. сместится (рис. 121, в) в области полюсов А и В и разрядится в области Б и Г.

В связи с этим в проводниках будут индуцироваться э. д. с. различной величины: в тех проводниках, которые перемещаются в области А и В, величина э. д. с. будет больше, а в проводниках, перемещающихся в области Б и Г, э. д. с. меньше, вследствие чего суммарная э. д. с. между щетками 2—3 понизится (рис. 122). Так как между щетками 2—3 включена обмотка возбуждения генератора, то понижение суммарной э. д. с. между щетками 2—3 вызовет уменьшение величины тока возбуждения, и магнитный поток индуктора уменьшится. Это в свою очередь вызовет уменьшение э. д. с. между щетками 1—2, и величина тока в обмотке якоря и внешней цепи не будет повышаться. Таким образом, при повышении числа оборотов якоря или уменьшении сопротивления внешней нагрузки реакция якоря увеличивается и ток возбуждения уменьшается. В случае уменьшения числа оборотов или увеличения сопротивления нагрузки реакция якоря уменьшается и ток возбуждения увеличивается.

Вибрационный регулятор тока уменьшает ток возбуждения при повышении числа оборотов якоря и тем самым поддерживает величину тока во внешней цепи постоянной. В случае уменьшения сопротивления внешней нагрузки вибрационный регулятор также уменьшает ток возбуждения и поддерживает во внешней цепи ток постоянной величины.

В первом случае, т. е. при изменении числа оборотов и постоянном внешнем сопротивлении, напряжение на зажимах генератора оставалось неизменным, а во втором случае оно уменьшалось при уменьшении сопротивления внешней цепи. Как видно из сопоставления работы трехщеточного генератора с генератором, снабженным регулятором тока, они имеют большое сходство и для обслуживания световой нагрузки трехщеточные генераторы могут применяться только при совместной работе с аккумуляторной батареей. При отсутствии батареи трехщеточный генератор изменяет величину напряжения в 5—6 раз от номинала и непригоден для обслуживания не только осветительной нагрузки, но и каких-либо других потребителей ввиду больших колебаний напряжения.

Из всего сказанного следует, что с помощью третьей щетки используется явление реакции якоря в целях автоматического регулирования тока во внешней цепи, а не напряжения, как иногда ошибочно считают.

Для регулирования генератора на нужную величину тока, посылаемого генератором во внешнюю цепь, третья щетка устанавливается на траверсе так, что ее можно передвигать от руки. Если третью щетку переместить в сторону вращения, т. е. приблизить к щетке 1 (рис. 122), то величина э. д. с. между щетками 2 и 3 увеличится. В связи с этим ток возбуждения повысится, магнитный поток индуктора будет больше, э. д. с. между щетками 2—1 возрастет, и ток во внешней цепи будет больше. Если перемещать третью щетку против вращения якоря, то величина тока во внешней цепи будет понижаться.

§ 83. Сравнительная оценка способов регулирования генераторов. *Генераторы с вибрационными регуляторами.* Эти генераторы имеют следующие положительные качества.

1. Характеристика зарядного тока отвечает всем техническим требованиям зарядки батареи, т. е. в начале зарядки аккумуляторной батареи ток достаточно велик, чтобы быстро произвести пополнение электроэнергии, израсходованной из батареи при запуске двигателя стартером. К концу зарядки батареи величина тока снижается настолько, чтобы поддерживать батарею в заряженном состоянии.

2. При включении потребителей мощность генератора повышается и зарядный ток в аккумуляторной батарее сохраняет свою величину. Это справедливо до момента, когда в работу вступит регулятор тока.

3. При случайном отключении аккумуляторной батареи и работающем двигателе все потребители будут находиться под напряжением, на которое отрегулирован регулятор напряжения, а в случае комбинированного регулятора оно несколько повысится, что допустимо для автоламп и системы зажигания. Отсюда следует, что генератор пригоден для обслуживания потребителей при отсутствии аккумуляторной батареи.

4. Величина зарядного тока остается постоянной при изменении числа оборотов якоря в широких пределах.

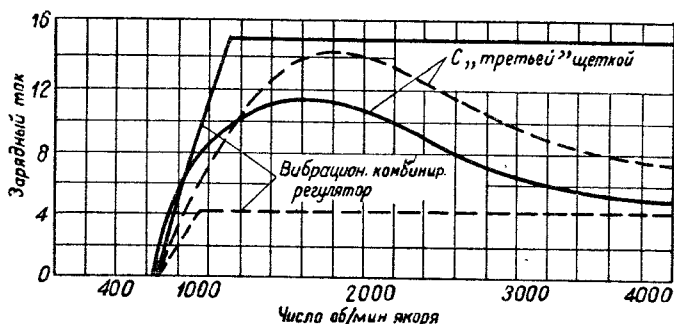


Рис. 123. Характеристики зарядного тока при различном числе оборотов якоря и различных регулирующих устройствах.

К числу отрицательных качеств следует отнести усложнение конструкции и увеличение стоимости генератора в сравнении с трехщеточным. Однако эта затрата средств окупается удлинением срока службы аккумуляторной батареи.

Трехщеточные генераторы. К числу положительных качеств их следует отнести простоту конструкции, меньшую первоначальную затрату на приобретение генератора и простоту регулирования. Но этому типу генераторов свойственны такие недостатки, которые заставили отказаться от применения их на большинстве новых моделей автомобилей.

1. Трехщеточные генераторы повышают величину зарядного тока к концу зарядки батарей, в связи с чем срок службы пластин сокращается. Увеличение тока вызывает бурное «кипение» электролита, т. е. происходит разложение воды на кислород и водород, газы выделяются в атмосферу, содержание воды в электролите уменьшается, и уровень его в аккумуляторах понижается. Вследствие повышения концентрации электролита и обнажения верхних частей пластин происходит быстрая сульфатация их.

Систематический «перезаряд» батарей вызывает необходимость в частой доливке дистиллированной воды и ее расход повышается в 5—10 раз в сравнении с батареями, обслуживаемыми генераторами с вибрационными регуляторами.

2. При изменении числа оборотов якоря трехщеточный генератор не держит постоянства тока во внешней цепи, величина его при увеличении числа оборотов вначале повышается, а затем понижается (рис. 123), в связи с чем падает и мощность генератора. Таким образом, при продолжительных рейсах, когда двигатель работает длительное время с большим числом оборотов, пониженная мощность генератора не может обеспечить одновременной зарядки батареи и питания потребителей. На рис. 123 приведены две характеристики зарядного тока при переменном числе оборотов якоря: одна характеристика для генератора с вибрационным комбинированным регулятором, а вторая для генератора с третьей щеткой. Сплошными линиями показаны характеристики зарядного тока при разряженной батарее и пунктирными линиями — при заряженной.

3. При включении световой нагрузки и других потребителей мощность генератора понижается, хотя и незначительно, но все же полный заряд батареи не обеспечивается.

4. При случайном отключении аккумуляторной батареи или окислении ее зажимов уменьшается ток в якоре, реакция якоря уменьшается, ток возбуждения увеличивается и потребители подвергаются перенапряжению, превышающему номинальную величину в 5—6 раз, а отсюда — невозможность пользоваться генератором для питания потребителей при отсутствии аккумуляторной батареи.

В связи с увеличением числа потребителей на современных автомобилях и повышением силы света главных фар возникла необходимость повышения мощности генератора с 80 до 150—250 *вт* и выше. Трехщеточный генератор стал вытесняться двухщеточными генераторами с вибрационными регуляторами. Эта замена была вызвана также повышением скорости автомобиля и применением напряжения 12 *в* вместо 6 *в*. Условия работы третьей щетки при напряжении 12 *в* значительно ухудшаются, так как она работает с большим искрением, что также послужило одной из причин замены трехщеточных генераторов двухщеточными.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к автотракторным генераторам?
2. От чего зависит величина напряжения на зажимах генератора постоянного тока?
3. Объясните по схеме принцип регулирования напряжения с помощью вибрационного одноступенчатого регулятора.
4. Объясните назначение добавочного сопротивления и влияние его величины на искрение между контактами и на предел изменения числа оборотов якоря, при котором напряжение остается постоянным.
5. Перечислите способы повышения надежности работы контактной пары в вибрационном регуляторе напряжения.
6. Объясните действие двуплечего вибрационного регулятора напряжения.
7. Объясните действие двухступенчатого вибрационного регулятора напряжения.

8. Как повышается частота колебаний вибратора регулятора напряжения при наличии ускоряющего сопротивления?
9. Объясните действие вибрационного регулятора напряжения с ускоряющей обмоткой.
10. Объясните роль выравнивающей обмотки в регуляторе напряжения.
11. Объясните цель установки выравнивающей сопротивления в вибрационном регуляторе напряжения и как оно действует в схеме.
12. Чем вызвана необходимость в температурной компенсации регулятора напряжения?
13. Как осуществляется температурная коррекция в регуляторах напряжения и чем вызвана необходимость в ней.
14. Объясните действие вибрационного регулятора тока и его характеристику при различных режимах.
15. Какое назначение имеет обмотка *КО* в вибрационном регуляторе тока?
16. Объясните назначение и действие комбинированного вибрационного регулятора с общей электромагнитной системой и с раздельной.
17. Приведите сравнительную оценку характеристик зарядного тока при различных регулирующих устройствах.
18. Объясните регулирование трехщеточного генератора автоматическое и от руки.
19. По каким соображениям трехщеточный генератор вытесняется двухщеточным с вибрационным регулятором?

ГЛАВА XVIII

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ И ВЫКЛЮЧЕНИЕ ГЕНЕРАТОРА И АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

§ 84. Принцип действия реле обратного тока и его назначение. При совместной работе генератора с аккумуляторной батареей величина э. д. с. в его обмотке в зависимости от числа оборотов якоря может изменяться от нуля до наибольшего значения, поддерживаемого регулятором напряжения. Величина э. д. с. батареи изменяется в малых пределах, и в том случае, когда э. д. с. генератора меньше э. д. с. батареи, появится разрядный ток. Его величина зависит от разницы между э. д. с. генератора и э. д. с. батареи, а также от сопротивления обмотки якоря и щеток.

При неподвижном якоре разрядный ток может достигнуть наибольшей величины, так как э. д. с. в обмотке якоря равна нулю, а сопротивление якоря очень мало. Допускать появление разрядного тока нельзя по двум причинам: может произойти обугливание изоляции якорной обмотки, и генератор придет в негодное состояние. Помимо того, аккумуляторная батарея будет напрасно разряжаться.

С целью автоматического отключения аккумуляторной батареи от генератора при понижении э. д. с. якоря и автоматического включения батареи на зарядку, когда э. д. с. якоря станет выше э. д. с. батареи, устанавливают реле обратного тока (рис. 124). Принцип работы реле следующий. При повышении числа оборотов якоря генератора в процессе самовозбуждения э. д. с. повышается, величина тока в намагничивающей обмотке *НО* увеличивается,

сила притяжения сердечника становится больше силы упругости пружины, якорек притягивается, и контакты K_5 и K_6 замыкаются.

При замкнутых контактах аккумуляторная батарея оказывается включенной в цепь якоря, и зарядный ток в последовательной обмотке PO усиливает магнитное поле намагничивающей обмотки HO . Увеличение силы притяжения сердечника обеспечивает замкнутое состояние контактов K_5 и K_6 .

При уменьшении числа оборотов якоря величина э. д. с. в якорной обмотке уменьшается, и когда она достигнет величины э. д. с.

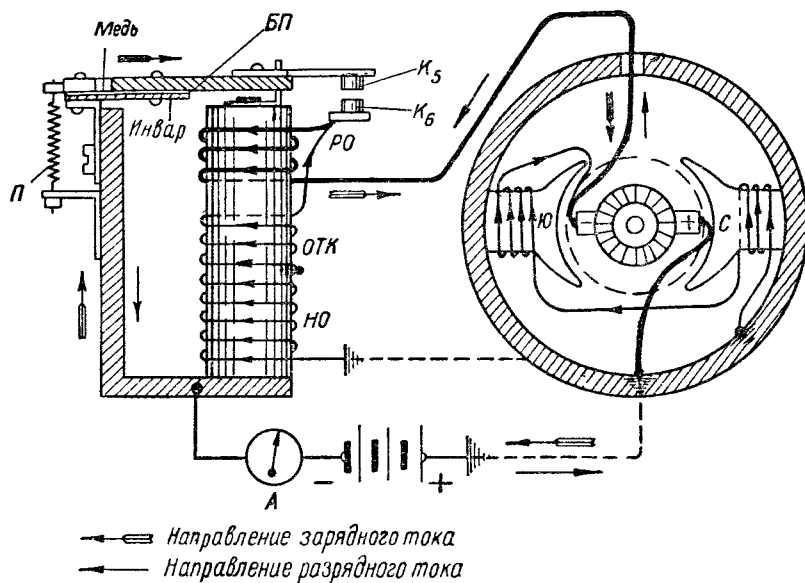


Рис. 124. Схема реле обратного тока.

батареи, величина зарядного тока будет равна нулю. Магнитное поле, создаваемое зарядным током в обмотке PO , исчезнет, а поле обмотки HO ослабеет в связи с понижением э. д. с. Если упругость пружины $П$ достаточна, то якорек оттянется, контакты разомкнутся, и батарея отключится от генератора, предотвратив тем самым возможность разряда батареи на цепь генератора. Однако момент размыкания контактов K_5 и K_6 может произойти не только при различном значении тока в обмотке PO , но также и при различном его направлении.

Рассмотрим подробнее, от каких причин зависят момент замыкания и момент размыкания контактов K_5 и K_6 .

Для того чтобы притянуть якорек, нужна сила притяжения больше той, которая требуется для удержания его в притяннутом состоянии. Объясняется это тем, что при уменьшении воздушного промежутка между якорьком и сердечником в два раза сила

притяжения возрастает в четыре раза. Сила же пружины при этом увеличится только в два раза.

В связи с тем, что при регуляторе напряжения величина э. д. с. генератора всего на 20% выше э. д. с. батареи, приходится на реле иметь пружину, обеспечивающую замыкание контактов, когда э. д. с. генератора превысит э. д. с. батареи на 8—12%. Но при такой упругости пружины размыкание контактов не произойдет при нулевом значении зарядного тока, так как магнитное поле обмотки *НО* будет удерживать якорек в притяннутом положении. Для размыкания контактов необходимо ослабить поле, созданное обмоткой *НО*. Это достигается кратковременным пропуском разрядного тока небольшой величины через обмотку *РО*, который при этом намагничивает сердечник реле.

Реле обратного тока получило свое название вследствие того, что при появлении разрядного тока, имеющего направление обратное зарядному, происходит размыкание цепи.

При малой упругости пружины достаточно незначительного превышения э. д. с. генератора над э. д. с. батареи, чтобы контакты замкнулись. В этом случае для размыкания их потребуется большое уменьшение поля сердечника, а следовательно, и большая величина разрядного тока (примерно 6 а). Если упругость пружины повышена, то замыкание контактов будет происходить при значительном превышении э. д. с. генератора над э. д. с. аккумуляторной батареи, и размыкание контактов будет происходить до появления разрядного тока.

Обычно регулируется реле так, чтобы разрядный ток был в пределах 0,5—6 а.

§ 85. Температурная компенсация и коррекция реле обратного тока. В тех случаях, когда реле обратного тока работает на трехщеточных генераторах, изменение сопротивления намагничивающей обмотки *НО* при повышении температуры не играет существенной роли. Это объясняется отсутствием регулятора напряжения, вследствие чего напряжение может значительно повыситься до замыкания контактов.

В случае применения регулятора напряжения необходимо иметь температурную компенсацию в цепи намагничивающей обмотки реле.

Ранее уже указывалось, что при повышении температуры сопротивление медной обмотки повышается, поэтому для замыкания контактов реле требуется более высокое напряжение. Но напряжение подняться не может, так как его поддерживает постоянным регулятор напряжения, поэтому реле останется в разомкнутом состоянии, и батарея не включится на зарядку.

Чтобы нормальная работа реле не нарушалась при изменении температуры, последовательно с намагничивающей обмоткой *НО*, изготовленной из медного проводника, включается обмотка температурной компенсации *ОТК* из константана (рис. 124). Такой

способ поддержания сопротивления цепи намагничивающей обмотки более или менее постоянным был подробно рассмотрен в § 77.

Из § 78 известно, что регулятор напряжения снабжен температурным корректором, благодаря которому в зимних условиях напряжение генератора повышается, а в летних — понижается; следовательно, реле обратного тока для обеспечения правильной работы также должно иметь температурную коррекцию.

Допустим, что регулировка пружины реле произведена при зимних условиях и реле не имеет температурного корректора, а регулятор напряжения имеет магнитный шунт. Очевидно, что в летних условиях регулятор будет поддерживать пониженное напряжение, и реле не будет замыкаться.

Для автоматического корректирования реле в соответствии с работой регулятора при изменении температуры якорек реле (рис. 124) подвешен к стойке реле на биметаллической пластинке ВП. Верхний слой пластинки изготовлен из латуни, которая имеет большой температурный коэффициент линейного расширения, а нижний слой — из инвара, имеющего очень малый температурный коэффициент линейного расширения. При нагревании такая пластинка изгибается в сторону инвара, и упругая подвеска якорька реле позволяет контактам замкнуться при меньшей силе притяжения сердечника, т. е. при меньшем напряжении на зажимах генератора. В зимних условиях температура воздуха ниже, биметаллическая пластинка выпрямляется за счет сокращения латуни, упругие свойства подвески увеличиваются, и замыкание контактов реле будет происходить при повышенном напряжении, которое должен поддерживать регулятор при низкой температуре.

С целью повышения надежности работы контактов реле обратного тока устанавливают не одну пару контактов, а две и даже четыре пары.

Контрольные вопросы

1. Объясните назначение, устройство и действие реле обратного тока.
2. Для чего в реле обратного тока делают подвеску на биметаллической пластинке и когда это необходимо?
3. Как уменьшается влияние нагрева намагничивающей обмотки на величину напряжения замыкания реле обратного тока?

ГЛАВА XIX

КОНСТРУКЦИИ ГЕНЕРАТОРОВ И РЕГУЛИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

✓ § 86. Детали генераторов. *Корпус генератора.* Корпус изготовляют из мягкой листовой стали, из которой свертывается труба и встык сваривается, или из стальной цельнотянутой трубы. Для лучшего охлаждения генератора применяется ребристая наружная

поверхность, получающаяся при обточке поверхности с большой подачей резца (например у генераторов ГА-27 или Г-52). В настоящее время для охлаждения генератора широко применяют принудительную циркуляцию воздуха через внутреннюю полость генератора. Повышение мощности генератора при минимальных размерах достигается его быстроходностью.

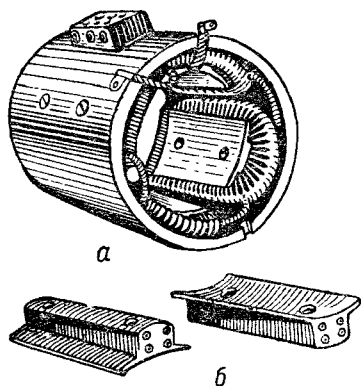


Рис. 125. Детали автотракторного генератора.

a — индуктор в сборе, *б* — полюсные наконечники.

габариты не так сильно ограничены, применяют индуктор не двухполюсный, а четырехполюсный. При увеличении числа пар полюсов в два раза номинальное напряжение на зажимах генератора достигается при меньшем в два раза числе оборотов якоря.

Обмотки индуктора выполняют из медного проводника марки ПЭ с эмалевой изоляцией или проводника марки ПЭЛ, имеющего, помимо эмалевой изоляции, лаковое покрытие. Для обмоток возбуждения наиболее часто применяется провод диаметром 1,2—0,8 мм.

На рис. 125, *a* изображен корпус генератора типа ГА. Он представляет трубу из мягкой стали, в которую вставлены четыре катушки со стальными сборными сердечниками (рис. 125, *б*). Каждый сердечник укрепляется в корпусе двумя винтами. Корпус с катушками и сердечниками представляет четырехполюсный индуктор. Катушки индуктора обычно намотаны в одном направлении, но ток в двух соседних катушках имеет различное направ-

Стальные сердечники индуктора с полюсными башмаками в современных генераторах делаются сборными из пластин. Это позволяет снизить возможность возникновения вихревых токов и понизить нагрев генератора. Применение высококачественной трансформаторной стали позволяет повысить плотность магнитного потока и тем самым уменьшить габариты генератора.

В тех случаях, когда требуется генератор тихоходный и его

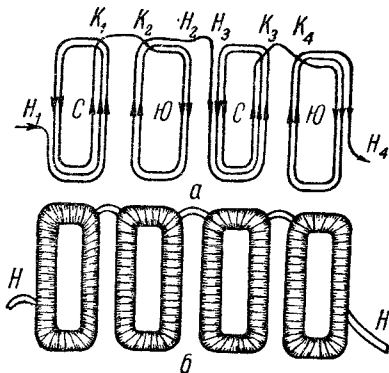


Рис. 126. Соединение катушек обмотки возбуждения индуктора генератора.

a — схема соединения, *б* — катушки в оплетке.

ление для получения разноименной полярности. Все катушки включаются последовательно, и для чередования полюсов $C-Y-C-Y$ конец первой катушки соединяется с концом второй, начало второй с началом третьей и конец третьей с концом четвертой.

На рис. 126, *а* приведена схема соединения катушек, а на рис. 126, *б* — оплетенные катушки (без сердечников).

Якорь генератора (рис. 127). Якорь состоит из вала 1, на котором укреплен сердечник 3, собранный из пластин. В продольных пазах сердечника уложена обмотка 4 в виде отдельных секций. На валу закреплен также коллектор 2, с которым соединяются секции якорной обмотки. Вал якоря изготовлен из стали и для укрепления сердечника либо снабжается продольной шпонкой, либо поверхность вала делается рифленой, с мелкими треугольными шлицами.

Сердечник собирается из отдельных дисков, вырубленных под прессом из трансформаторной стали. Каждый диск имеет центральное отверстие и ряд открытых отверстий по окружности, число которых равно числу пазов. Боковая поверхность дисков покрыта лаком или окалиной, образующейся при отжиге. Эти покрытия являются изоляцией для вихревых токов. Диски напрессованы на вал якоря и образуют сердечник, проворачивание которого на валу предупреждается продольной шпонкой или шлицами.

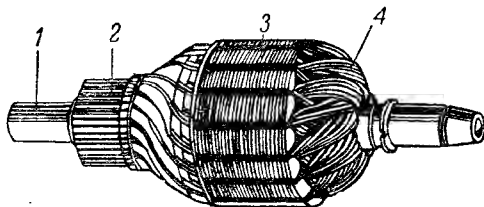


Рис. 127. Якорь автотракторного генератора.

У некоторых типов генераторов диски напрессовывают так, чтобы пазы располагались не по прямой линии вдоль якоря, а наклонно, т. е. в виде спирали. Это позволяет уменьшить пульсацию магнитного поля и тем самым уменьшить гудение генератора при работе. В тех генераторах, где якорь имеет прямые пазы, пульсацию магнитного поля уменьшают приданием соответствующей формы полюсам индуктора, т. е. сердечники катушек возбуждения снабжают рассеивателями.

В пазы сердечника вставляют изоляционные прокладки из плотного специального картона (прессшпана), а с торцов сердечника устанавливают фибровые шайбы, имеющие форму дисков, из которых собран сердечник. На задний конец вала якоря (передний принято считать конец вала со стороны привода) напрессовывают коллектор.

Коллектор является неотъемлемой частью генератора постоянного тока. Он служит для выпрямления переменного тока (§ 23), индуктированного в обмотке якоря, и позволяет соединить посредством щеток вращающуюся обмотку с потребителями.

На рис. 128 изображен коллектор в разрезе. Он состоит из отдельных изолированных между собою медных пластин 1.

Изоляционным материалом являются пластинки из миканита (продукция из слюды), которые заложены между пластинками коллектора. Для удержания пластин во втулке 2 их внутренняя часть имеет форму «ласточкина хвоста». Такое крепление предупреждает возможность вылетания пластин под действием центробежной силы.

Втулка 2 и крепежное кольцо 3 изолированы от пластин шайбами и втулкой, изготовленными из миканита или фибры. Миканит для изоляции пластин подбирают по твердости таким, как медь, чтобы пластины и изоляция изнашивались в равной степени. Однако практика показала, что более надежным способом является углубление миканитовой изоляции на глубине 0,5—0,8 мм от наружной поверхности пластин коллектора.

Большую глубину выборки изоляции не следует делать, так как в глубоких выемках может удерживаться графито-угольная пыль, получающаяся от износа щеток, вследствие чего произойдет замыкание пластин.

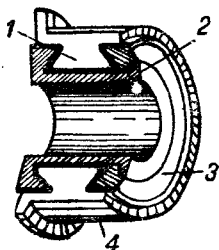


Рис. 128. Коллектор в разрезе.

Для предупреждения быстрого износа щеток рабочую поверхность коллектора 4 после обточки резцом подвергают шлифовке и полировке. При работе генератора, коллектор нагревается действием электрического тока и от трения щеток; в связи с этим пайку проводников к пластинам надо производить припоем ПОС-50. Флюсом является канифоль. При пайке электрических проводов недопустимо пользоваться травленой соляной кислотой, так как она разрушает материал провода и изоляцию.

Обмотка якоря выполняется медным проводом марки ПЭБО или ПБД. Провод марки ПЭБО имеет эмалевую изоляцию и одинарную бумажную оплетку.

Провод марки ПБД не имеет эмалевой изоляции, но имеет двойную бумажную оплетку. Обмотку якоря выполняют в виде секций; в зависимости от типа генератора число витков в секции от 3 до 6.

Встречаются два типа обмоток: петлевая, или параллельная и волновая, или последовательная. Петлевая обмотка применяется в двухполюсных генераторах и реже в четырехполюсных, а волновая — в четырехполюсных и многополюсных. Волновая обмотка позволяет иметь только две щетки, независимо от числа полюсов индуктора, благодаря чему упрощается конструкция генератора и уход за ним. Этот тип обмотки допускает применение шаблонной намотки секций с последующей укладкой их в пазы сердечника якоря.

В двухполюсных генераторах обмотка выполняется непосредственно на якоре, так как каждая секция располагается по диаметру сердечника или близко к этому, и шаблонная намотка секций неприменима вследствие невозможности закладки секции в пазы.

Обмотка якоря характеризуется шагом обмотки по пазам, шагом по коллектору и заносом конца секции по коллектору. Из приведенной схемы петлевой обмотки якоря генераторов ГБФ и

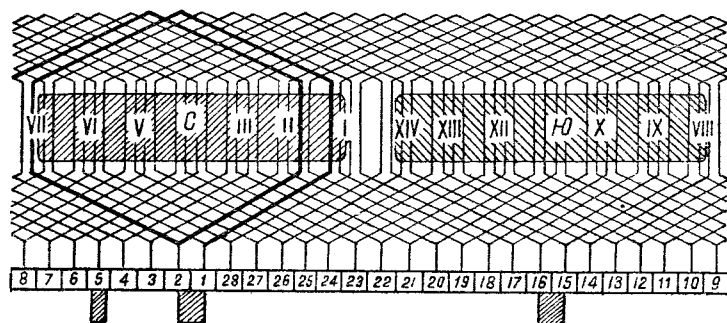


Рис. 129. Схема соединения секций обмотки якоря петлевого типа.

ГБТ (рис. 129), видим, что начало первой секции припаяно к пластине 1. Первая секция находится в I и VII пазах и конец ее припаян к пластине 2. Вторая секция своим началом припаяна к пластине 2, а концом — к пластине 3 и т. д. Занос по коллектору —

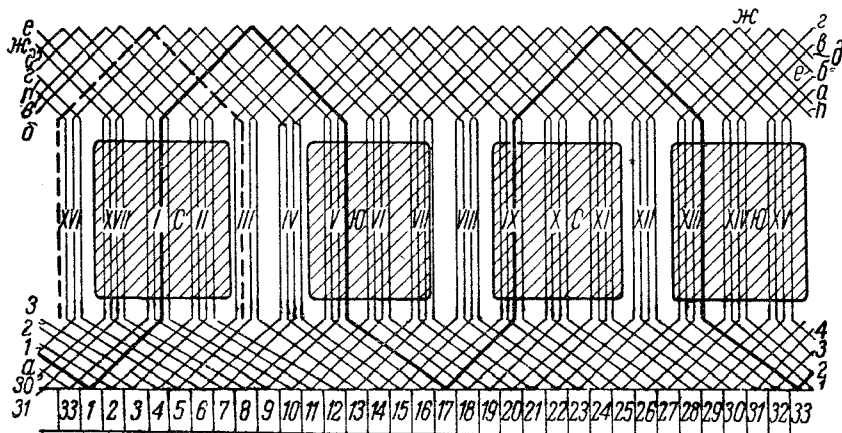


Рис. 130. Схема соединения секций обмотки якоря волнового типа.

пять пластин. Таким образом, обмотка в виде петель покрывает якорь, имеет шаг по пазам, равный 7, и шаг по коллектору, равный 1. Якорь имеет 14 пазов, в каждом пазу расположены 4 полусекции и всего на якоре намотано 28 секций, в связи с чем и коллектор имеет 28 пластин.

В якорях с волновой обмоткой (рис. 130) первая секция своим началом припаяна к пластинке 1, но конец ее, в отличие от петлевой

обмотки, соединен не с соседней пластиной, а с пластиной 17. Начало второй секции припаяно к пластине 17 и конец ее — к пластине 33 и т. д. Занос начала секции равен 4 пластинам.

На приведенной развертке якорной волновой обмотки число пазов равно 17, следовательно, в них расположено 34 секции; однако коллектор имеет 33 пластины, т. е. число пластин не кратно числу пазов и числу секций. Вследствие этого одна секция остается не подключенной к коллектору, т. е. остается в разомкнутом состоянии. Она является балластной секцией и служит для балансировки якоря. Эта секция на рисунке изображена пунктиром.

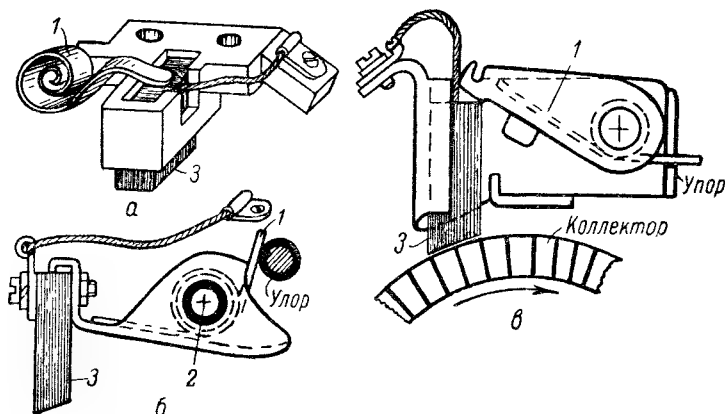


Рис. 131. Щеткодержатели автотракторных генераторов коробчатого (а), шарнирного (б) и реактивного (в) типов.

Рассмотренный тип волновой обмотки применен на генераторах типа ГЛ и ГАУ.

Щетки. Длительная и надежная работа генератора в большой мере зависит от качества щеток. Как ранее уже указывалось, щетки соединяют вращающийся коллектор с неподвижной сетью проводов, питающих электроэнергией различных потребителей.

В связи с тем, что напряжение автотракторных генераторов довольно низкое (6 и 12 в) и они работают на принципе самовозбуждения, материал щеток должен быть с малым удельным сопротивлением. Щетки применяются графитные, графито-угольные и графито-медные. Последние имеют очень малое содержание меди в отличие от щеток стартеров.

Щеткодержатели. Для удержания щеток в определенном положении относительно коллектора применяются щеткодержатели. Их конструкция должна быть такова, чтобы щетка не могла вибрировать при работе генератора, так как в противном случае не будет надежного контакта между щеткой и коллектором, возникнет искрение, рабочая поверхность коллектора будет шероховатой и износ коллектора и щеток ускорится.

Начало секции якоря, составленной из катушек 2 и 4, выведено к зажиму 3. Конец секции соединен с зажимом 5. Подобное соединение имеют и две другие пары катушек, соединенные с зажимами 1 и 6.

Вращающийся магнит 8 изготовлен из высококачественного магнитного сплава — никель-алюминия и имеет шесть явно выраженных полюсов с чередующейся полярностью *С—Ю—С—Ю* и т. д. При повороте магнита на угол 60° магнитный поток в сердечниках изменяет направление, а при повороте на угол 360° в одном сердечнике магнитный поток изменится по величине и направлению шесть раз. Вследствие этого в витках катушек будет индуцироваться э. д. с., переменная по величине и направлению.

Принцип автоматического регулирования тока в спирали лампы следующий: при повышении числа оборотов магнита увеличивается число перемен магнитного потока в сердечниках. Увеличение числа перемен вызывает увеличение индуцированной э. д. с. в обмотке якоря, и одновременно с ростом э. д. с. будет увеличиваться индуктивное сопротивление обмотки.

Под индуктивным сопротивлением подразумевается сопротивление, которое оказывает катушка переменному току, не считая сопротивления материала проводника.

Если включить лампу к зажиму 1 и к «массе», а зажим 5 соединить на «массу», то под действием э. д. с. в спирали лампы появится ток. При увеличении числа оборотов магнита вследствие одновременного повышения и э. д. с. и индуктивного сопротивления величина тока в лампе будет постоянна. Однако, если включить лампу с большим сопротивлением, например вместо лампы 6—8 в в 21 свечу включить лампу 6—8 в в 10 свечей, то такая лампа будет работать с большим перекалом и даже может перегореть. Это объясняется тем, что данный способ регулирования генератора относится к способу регулирования тока, а не напряжения и при замене данной лампы лампой с большим сопротивлением напряжение на зажимах лампы повышается пропорционально сопротивлению спирали.

Таким образом, в цепи каждой секции нельзя заменять число включенных потребителей и даже заменять перегоревшую лампу лампой другой мощности.

Преимуществом такого генератора является большая простота конструкции и отсутствие регулирующего устройства. Однако такой генератор обладает и существенными недостатками; при работе двигателя с малым числом оборотов коленчатого вала сила света значительно падает и, кроме того, нельзя изменять число потребителей в одной секции или заменять лампу с большой силой света лампой с малой силой света, так как в последнем случае спираль лампы перегорит.

На тракторе не всегда требуется действие всех источников света, т. е. часть их должна быть включена, а часть выключена, но так

как в одной секции нельзя изменять число потребителей, то генератор снабжают тремя секциями. Таким образом, рассмотренный генератор является в сущности машиной, состоящей из трех генераторов с общим индуктором и приводом.

На рис. 133 изображен генератор переменного тока Г-31А, устанавливаемый на тракторе КД-35. Он имеет фланцевое крепление и шестеренчатый привод. Номинальная мощность генератора 60 *вт* при напряжении 6 *в*. В каждую секцию включается по одной лампе 6 *в* 21 свеча.

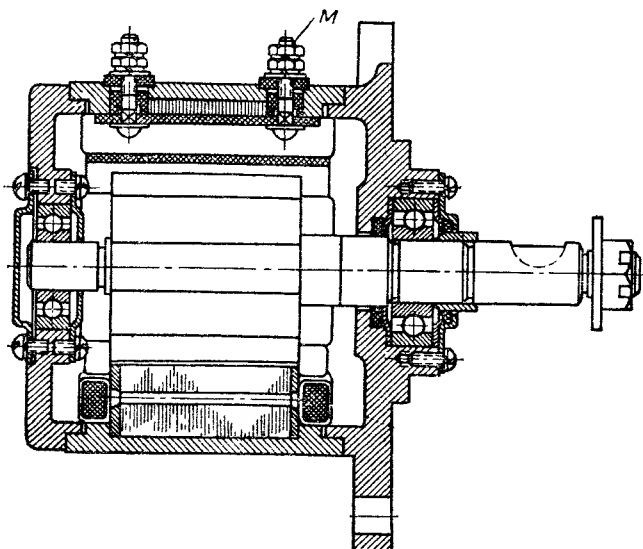


Рис. 133. Генератор переменного тока Г-31А в разрезе.

Для соединения генератора с потребителями на корпусе установлены четыре зажима: три из них соответствуют выводам 1, 3 и 6 (рис. 132), а зажим 5 служит для соединения на «массу» (на генераторе он маркируется буквой *М*).

Генераторы Г-30А2 и Г-32А2 различаются между собою только диаметром шкива под клиновидный ремень и отличаются от Г-31А способом крепления (не фланцевое, а на кронштейне).

§ 88. Устройство трехщеточных генераторов. Генератор ГБФ-4105 устанавливается на автомобилях ГАЗ-А, ГАЗ-АА, ГАЗ-ММ, ГАЗ-410 (самосвал) и ГАЗ-ААА (трехосный). На рис. 134 изображен разрез генератора ГБФ-4105. Генератор трехщеточный с двухполюсным индуктором, мощностью 60—80 *вт* и номинальным напряжением 6 *в*. Допустимое наибольшее число оборотов в минуту 4500. На корпусе генератора укреплено реле обратного тока ЦБ или РС-28. Основание реле электрически связано с «массой» генератора, с которой соединена щетка +.

Обратимся к электрической схеме генератора (рис. 135). Реле обратного тока имеет на сердечнике две обмотки: намагничивающую обмотку *НО* и размагничивающую обмотку *РО*. Обмотка *НО* соединена с «массой» и магнитопроводом реле, который через обмотку *РО* соединен с пластинкой 3. Стойка 7 изолирована от «массы» и заклепкою соединена с пластинкой *Б*, служащей для соединения с зажимом — аккумуляторной батареи. Рассмотрим пути тока при различных режимах работы генератора.

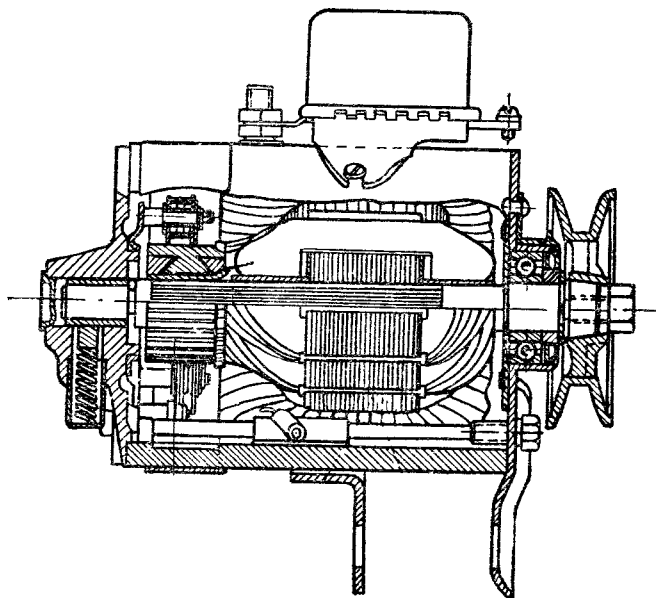


Рис. 134. Трехщеточный генератор ГБФ-4105 в разрезе.

При вращении якоря в его обмотке индуцируется э. д. с., появляется ток в цепи возбуждения генератора и в обмотке *НО*.

В цепи возбуждения генератора ток направлен от щетки + по «массе» в начало обмотки возбуждения *Н_в*, в катушку *I*, катушку *II* и в третью щетку 1.

Одновременно от щетки + по «массе» ток поступает в обмотку *НО*, в обмотку *РО*, пластинку 3, зажим 2 и к щетке —.

При достижении якорем 650—700 об/мин напряжение генератора повысится до 7—8 в, контакты *K₃* и *K₆* реле замкнутся, и аккумуляторная батарея включится на заряд. Зарядный ток направлен от щетки + по «массе» к зажиму + батареи, через батарею в амперметр, зажим *Б*, стойку 7, контакты *K₆* и *K₃*, якорек 6, магнитопровод 4, обмотку *РО*, пластинку 3, зажим 2 и щетку —. При этом магнитное поле в сердечнике реле будет создаваться ампер-витками обмоток *НО* и *РО*, якорек будет в притянутом со-

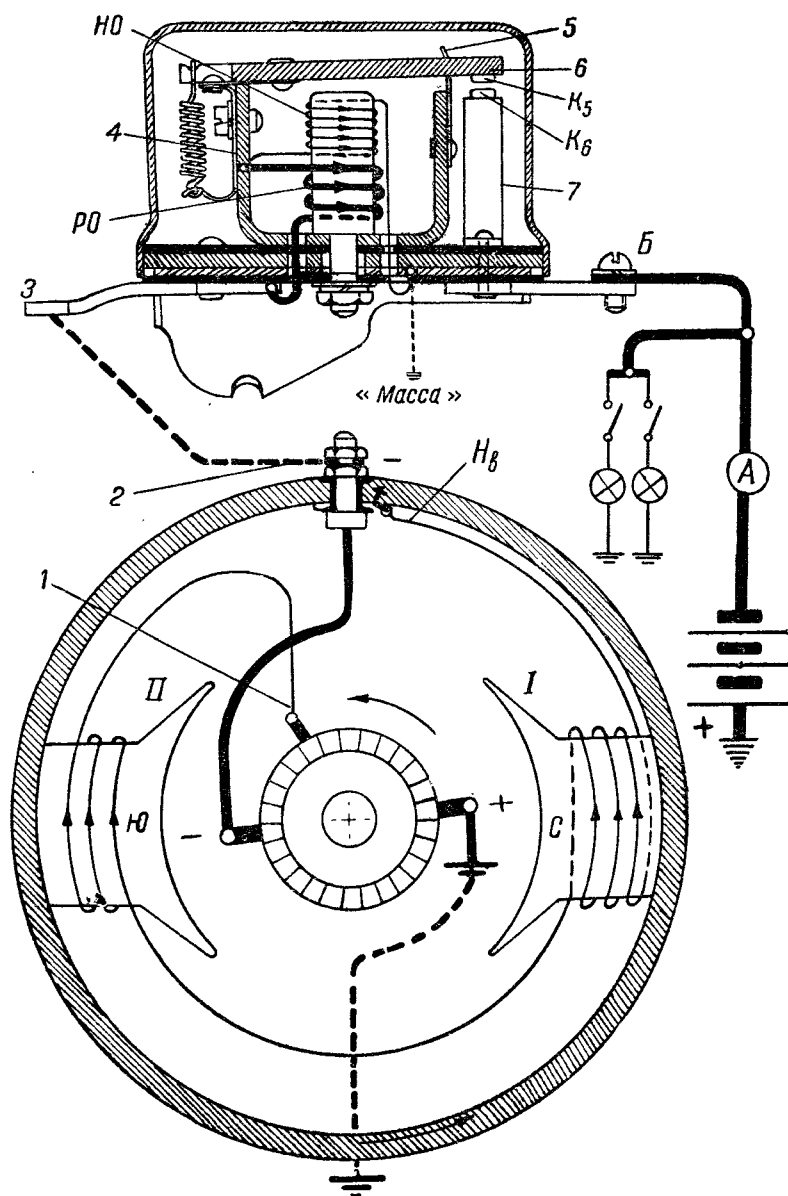


Рис. 135. Монтажная схема трехщеточного генератора ГБФ-4105 и реле обратного тока РС-28.

стоянии и контакты K_5 и K_6 будут замкнуты. В случае большого понижения числа оборотов якоря э. д. с. в его обмотке понизится и станет меньше э. д. с. батареи. В этом случае появится разрядный ток величиною 0,5—2,5 а. Он будет направлен из зажима + батареи в «массу», щетку + генератора, через обмотку якоря, в щетку —, зажим 2, пластинку 3, обмотку PO (в обратном направлении), магнитопровод 4, якорек 6, контакты K_5 и K_6 (они еще замкнуты), через стойку 7, зажим B и амперметр к зажиму — батареи. В связи с тем, что в обмотке PO ток изменил направление, магнитное поле, созданное им, будет направлено навстречу полю обмотки HO , сила притяжения сердечника уменьшится, пружина оттянет якорек до упора 5, и контакты разомкнутся.

На автомобилях ЗИС-5, ЯГ-6, ЯС-3 и Урал-ЗИС устанавливается генератор ГБФ-4600. Он имеет такую же электрическую схему, те же данные по мощности и напряжению. Отличие генератора ГБФ-4600 от генератора ГБФ-4105 заключается в том, что он имеет иной формы крышку со стороны привода, удлиненный конец вала якоря и привод с шестеренчатой передачей, а не клиновидным ремнем. На автомобиле МЗМА («Москвич») применялся генератор Г-28 (до 1952 г.). Генератор имеет электрическую схему, подобную схеме генератора ГБФ, с той лишь разницей, что в цепи обмотки возбуждения имеется плавкий предохранитель, который плавится в случае отключения аккумуляторной батареи. Предохранитель прерывает цепь обмотки возбуждения, и напряжение на зажимах генератора падает, а не повышается в 5—6 раз, как это наблюдается у генераторов типа ГБФ. Таким образом, обмотки возбуждения генератора и реле обратного тока будут защищены от обугливания изоляции. На автомобилях ГАЗ-М1 и ГАЗ-М415 (пикап) применяется генератор ГМ-71, на автомобиле ГАЗ-67 — генератор ГМ-71-Т. Электрическая схема этих генераторов отличается от типа ГБФ тем, что начало обмотки возбуждения выведено на изолированный зажим, который соединяется проводником с добавочным сопротивлением 0,8 ом. Это сопротивление замыкается накоротко при включении главных фар, ток возбуждения генератора повышается, и величина тока, посылаемого генератором во внешнюю цепь, повышается примерно на 5 а.

§ 89. Генераторы типа ГБТ. На тракторах СХАТЗ-НАТИ, КД-35, «Универсал» и на комбайнах устанавливали генераторы типа ГБТ с двухполюсным индуктором мощностью 65 вт при номинальном напряжении 6 в. Генераторы этого типа снабжены двухступенчатым регулятором напряжения ВР-4550. На сердечнике регулятора расположены три обмотки (рис. 136): 1) $ОРН$ — обмотка регулятора напряжения, 2) $ОТК$ — обмотка температурной компенсации и 3) $УС$ — ускоряющее сопротивление.

Обмотка $ОТК$ и ускоряющее сопротивление изготовлены из константана, а обмотка $ОРН$ из меди. Намагничивание сердечника регулятора производят обмотка $ОРН$ и обмотка $ОТК$; последняя

Таблица 11

Характеристика автомобильных генераторов с дополнительной щеткой

Показатели	ГВФ-4600	ГВФ-4105	ГМ-71 и ГМ-71Т	ГЛ-41	Г-28
Установлен на машине.....	ЗИС-5, ЯГ-6, ЯС-3	ГАЗ-А, ГАЗ-АА, ГАЗ-ММ	ГАЗ-М1, ГАЗ-М415, ГАЗ-67	ЗИС-101	МЗМА («Москвич») до 1952 г.
Мощность генератора (<i>вт</i>).....	60—80	60—80	100	150	100
Номинальное напряжение (<i>в</i>).....	6	6	6	6	6
Наибольший ток нагрузки (<i>а</i>).....	9—11	9—10	13—14	25—28	17
Направление вращения (со стороны привода).....	Правое	Правое	Правое	Правое	Правое
Число оборотов якоря в минуту, при котором генератор дает номинальную мощность (в нагретом состоянии).....	1700—1900	1700—1900	2000—2300	1700	3300
Привод генератора.....	Шестерня	Ремень	Ремень	Шестерня	Ремень
Передающее число привода.....	1,5	1,41	1,68	1,5	1,45
Марка главных щеток.....	М-1	М-1	М-1	М-1	ЭГ-14
Марка третьей щетки.....	Г-3	Г-3	Г-3	Г-2	ЭГ-14
Усилие пружины (<i>з</i>):					
на главную щетку.....	550—650	550—650	550—650	500—600	350—500
на третью щетку.....	450—550	450—550	450—550	400—500	350—500
Ток при работе электродвигателем (<i>а</i>).....	7	7	7	8,5	6,5
Марка реле.....	ЦБ	ЦБ	ЦБ или РС-28	ЦБ и РЗ	РС-28
Напряжение замыкания реле (<i>в</i>).....	7—8	7—8	7—8	7—8	7—8
Вес генератора (<i>кг</i>).....	8,5	7,3	7,4	11,5	6,1
Смазка: для шарикоподшипников.....	Осоголин при сборке			Сальмо-стеариновая смазка (густая)	
для скользящего типа подшипников.....		Автом или машинное масло		Веретенное масло или автол	

добавляет примерно 9%. Ускоряющее сопротивление проводит ток очень малой величины, имеет малое число витков, и магнитное

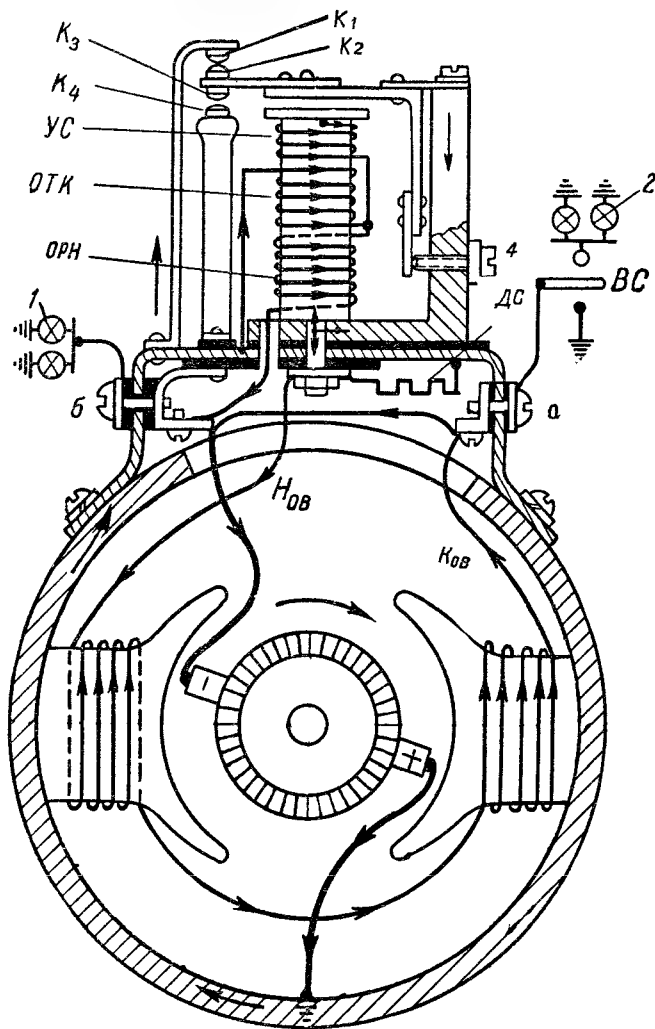


Рис. 136. Монтажная схема тракторного генератора типа ГБТ с регулятором напряжения ВР.

поле от ампервитков УС не оказывает заметного влияния на поле сердечника регулятора.

Рассмотрим подробно работу двухступенчатого регулятора с использованием тока размыкания для повышения числа колебаний вибратора. Для наглядности и лучшего усвоения восполь-

зуемся принципиальной схемой (рис. 137). При малом числе оборотов якоря или большой нагрузке на генератор контакты K_1 и K_2 замкнуты и обмотка возбуждения OB находится под полным напряжением генератора. Ток поступает в нее от щетки $+$, по «массе» в контакт K_1 , контакт K_2 , вибратор, начало обмотки возбуждения $H_{ов}$ и через обмотку возбуждения к щетке $-$.

В обмотку регулятора напряжения $ОРН$ ток поступает от щетки $+$ по «массе», в обмотку температурной компенсации $СТК$, обмотку $ОРН$ и к щетке $-$.

При замкнутых контактах K_1 и K_2 ускоряющее сопротивление не имеет практического значения.

При повышении числа оборотов якоря или уменьшении нагрузки напряжение генератора повышается, и в работу вступает регулятор. Происходит размыкание контактов K_1 и K_2 , но контакты K_3 и K_4 не замыкаются вследствие малой силы притяжения сердечника.

При размыкании контактов K_1 и K_2 в обмотку возбуждения включается последовательно добавочное сопротивление $ДС$ и параллельно ему сопротивления $СТК$ и $УС$. При этом в обмотке возбуждения появляется ток размыкания, направленный попутно убывающему току возбуждения. В точке $Б$ ток размыкания разветвляется: одна часть направится через щетки, якорь в добавочное сопротивление $ДС$, в обмотку $ОВ$, а другая часть тока направится в обмотку $ОРН$ к точке $А$ и через ускоряющее сопротивление $УС$ также в обмотку возбуждения $ОВ$. Эта часть тока направлена в обмотке регулятора напряжения навстречу току, намагничивающему сердечник, в связи с чем магнитное поле сердечника быстро уменьшится, вибратор вновь замкнет контакты K_1 и K_2 , и вибратор будет колебаться с большой частотой. Если ускоряющее сопротивление отключить, то вибратор делает 30—40 колебаний в секунду, а при включенном — 120—150 колебаний.

При большом числе оборотов якоря или малой нагрузке на генератор добавочное сопротивление $ДС$, будучи очень малым (5 ом), не сможет предотвратить повышение напряжения на зажимах генератора, и в работу вступит вторая ступень регулятора с контактами K_3 и K_4 . При их замыкании начало обмотки возбуждения $H_{ов}$ (контакт K_3) замыкается с концом обмотки возбуждения $K_{ов}$ (контакт K_4), и ток возбуждения может снижаться почти до

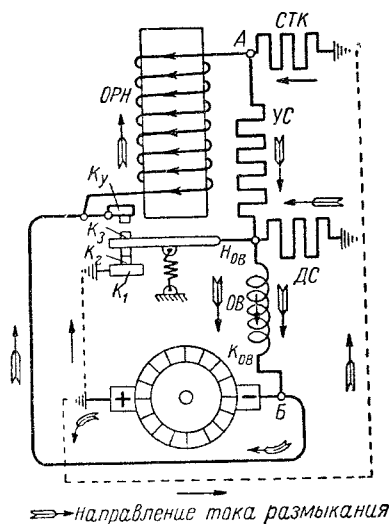


Рис. 137. Принципиальная схема регулятора напряжения ВР.

нуля. В этом случае ток от щетки $+$ по «массе» поступает в добавочное сопротивление ДС, вибратор, контакты K_3 и K_4 и к щетке — минуя обмотку возбуждения.

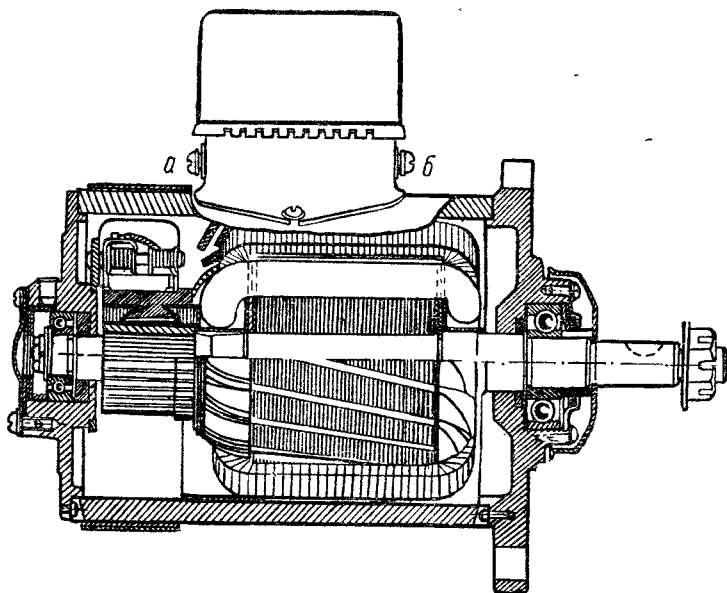


Рис. 138. Тракторный генератор ГАУ-4684 в разрезе.

Выводные зажимы (рис. 136) обозначены буквами a и $б$. К зажиму $б$ приключаются передние фары I , а к зажиму a — провод выключателя света, к которому приключаются задние фары 3 .

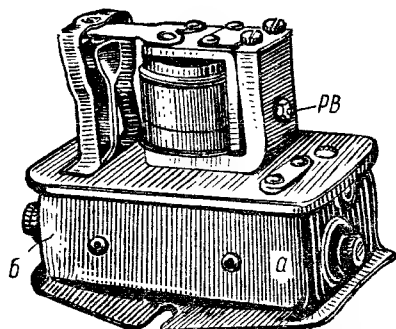


Рис. 139. Общий вид вибрационного регулятора напряжения ВР-4550 со снятой крышкой.

§ 90. Генераторы типа ГАУ.
На тракторах С-60, С-65, СГ-65 установлены четырехполюсные генераторы типа ГАУ мощностью 100 *вт* при номинальном напряжении 6 *в* (рис. 138).

Генератор обслуживается двухступенчатым регулятором напряжения ВР-4550 (рис. 139), который применяется на генераторах типа ГБТ. Генератор ГАУ-4101 — правого вращения, применяется на лигроиновом тракторе С-60. Генератор ГАУ-4684 — левого вращения, применялся на дизельном тракторе С-65 и газогенераторном тракторе СГ-65. Генераторы типа ГАУ в основном отли-

чаются от генераторов типа ГБТ тем, что: 1) имеют четырехполюсный, а не двухполюсный индуктор; 2) обмотка якоря волновая, а не петлевая; 3) пазы якоря не прямые, а наклонные в целях уменьшения гудения при работе; 4) привод якоря от шестеренной передачи и крепление генератора фланцевое. Кроме того, на передней шейке вала имеется маслоотражатель.

Генератор Г-45, установленный на дизельных тракторах КД-35 первых выпусков Липецкого тракторного завода, имеет привод через фрикционную муфту, которая позволяет выключать привод генератора при отсутствии необходимости в пользовании электрическим освещением.

В тех случаях, когда генератор остается под приводом без нагрузки, необходимо замыкать генератор накоротко. При этом генератор не возбуждается, и напряжение на его зажимах близко к нулю. Такая мера способствует сохранности контактов регулятора, его обмоток и добавочного сопротивления.

§ 91. Генератор Г-66. На трактор С-80 устанавливается генератор Г-66 (рис. 140) с четырехполюсным индуктором, мощностью 250 *вт* при номинальном напряжении 12 *в*. Генератор снабжен одноступенчатым вибрационным регулятором напряжения, имеет шестеренчатый привод и фланцевое крепление. Магнитопровод регулятора через свое основание соединен с «массой». На сердечнике регулятора помещены четыре обмотки: 1) *ОРН* — обмотка регулятора напряжения, 2) *УО* — ускоряющая обмотка, 3) *ВО* — выравнивающая обмотка и 4) *ДС* — добавочное сопротивление.

Рассмотрим подробно пути тока при различных режимах работы генератора на принципиальных схемах (рис. 141).

При работе генератора с малым числом оборотов якоря или при большой нагрузке контакты регулятора напряжения замкнуты (рис. 141, *а*) и пути тока следующие.

1. Цепь возбуждения генератора: щетки +, «масса», вибратор, контакты, выравнивающая обмотка *ВО*, обмотка возбуждения *ОВ* и щетки —.

2. Цепь обмотки регулятора напряжения *ОРН*: щетки +, «масса», обмотка *ОРН* и щетки —.

3. Цепь ускоряющей обмотки *УО*: щетки +, «масса», вибратор, контакты, обмотка *УО* и щетки —.

При замкнутых контактах магнитное поле, создаваемое ускоряющей обмоткой *УО*, парализуется магнитным полем выравнивающей обмотки *ВО*, и намагничивание сердечника регулятора создают апмер-витки обмотки регулятора напряжения *ОРН*. Ускоряющая обмотка имеет большое сопротивление (120 *ом*), и величина тока в ней около 0,1 *а*.

Выравнивающая обмотка имеет очень малое сопротивление, так как она проводит весь ток возбуждения.

Ток в обмотке *УО* хотя и мал, но создает сильное поле, так как она имеет большое число витков (994). Чтобы не допустить намаг-

ничивания сердечника обмоткой $УО$, помещена выравнивающая обмотка $ВО$. Число витков ее незначительное (40), но ток в ней больше, чем в обмотке $УО$.

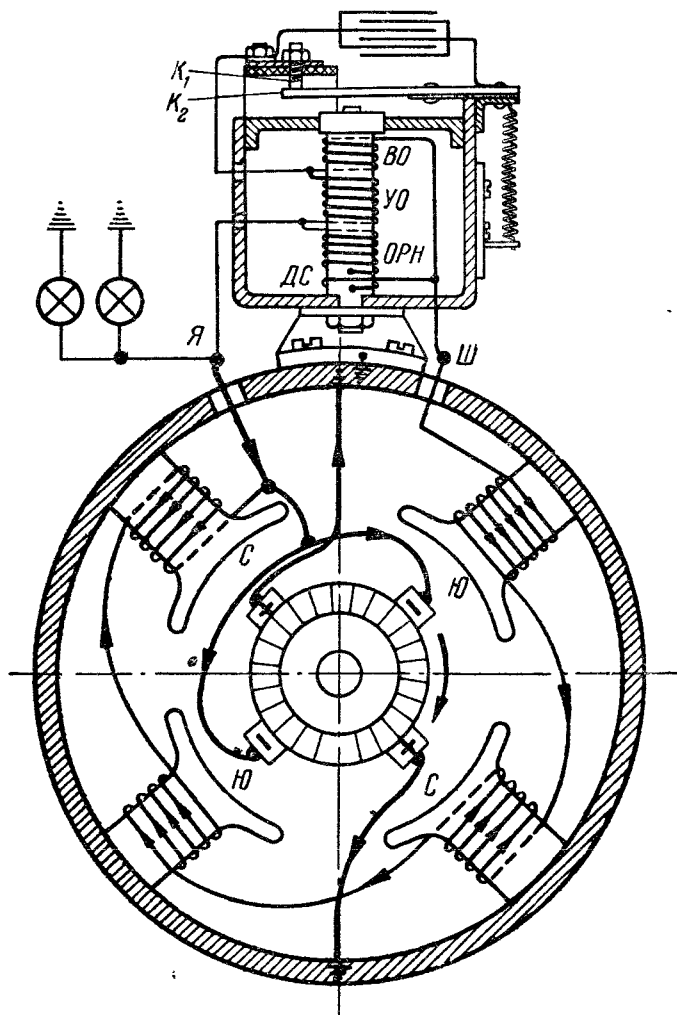


Рис. 140. Монтажная схема тракторного генератора Г-66 с вибрационным регулятором напряжения.

При повышении числа оборотов якоря или при уменьшении нагрузки на генератор напряжение на его зажимах повысится, ток в обмотке $ОРН$ увеличится, вибратор притянется к сердечнику, и контакты разомкнутся (рис. 141, б). В этом случае в цепь возбуждения генератора включится добавочное сопротивление $ДС$,

и величина тока возбуждения понизится; при этом в обмотке возбуждения возникнет э. д. с. самоиндукции и появится ток размыкания, направленный в сторону убывающего тока возбуждения. Рассмотрим пути тока при размыкании контактов.

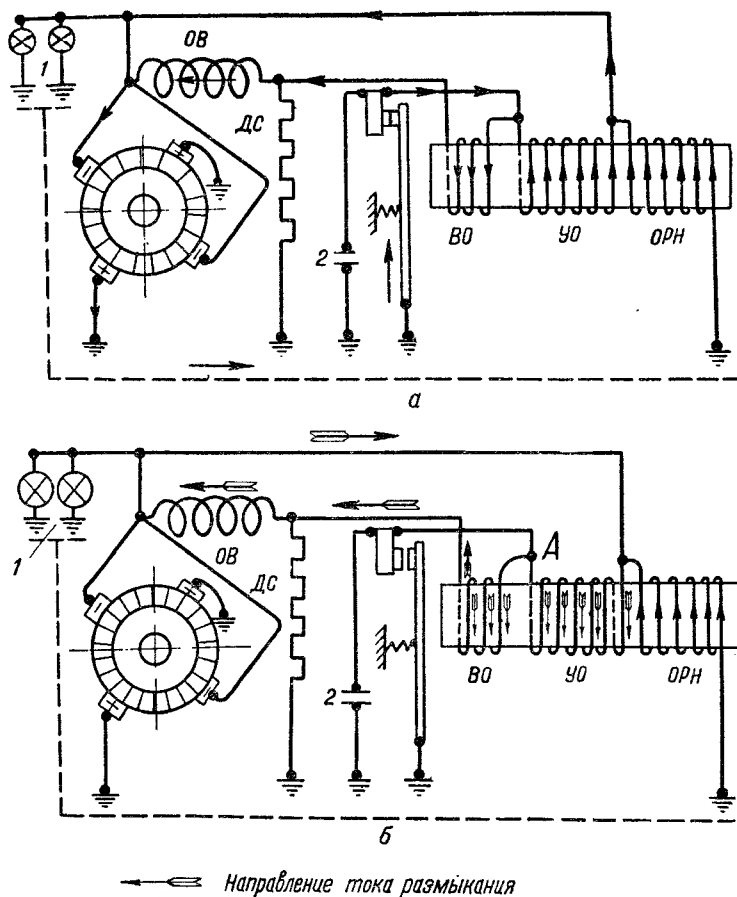


Рис. 141. Принципиальные схемы регулятора напряжения генератора Г-66 при замкнутых (а) и разомкнутых (б) контактах.

1. Цепь тока возбуждения: щетки +, «масса», добавочное сопротивление ДС, обмотка возбуждения ОВ и щетки —.
2. Цепь тока размыкания: из обмотки возбуждения в ускоряющую обмотку УО, обмотку ВО и обмотку ОВ.

Последняя цепь представляет наибольший для нас интерес. Из рис. 141, б видим, что ток размыкания, возникший в обмотке возбуждения и направленный через обмотки ВО и УО, создает магнитное поле встречного направления по отношению к полю

Таблица 12

Характеристика тракторных генераторов

Показатели	Г-66	ГЕТ-45/4, ГЕТ-46/92 и Г-45	ГАНУ-4401 и ГАНУ-4684	ГЗ0-А2*	ГЗ1-А*	ГЗ2-А2 *
Установлен на тракторе	С-80	СХАТЗ-НАТИ, СХТЗ, КД-35, У-1 и У-2	С-60, С-65 СГ-65	ДТ-54 и СХАТЗ-НАТИ ХТЗ-7	КД-35	У-4, У-2 и СХТЗ
Мощность генераторов (<i>см</i>)	250	65	100	60	60	60
Номинальное напряжение (<i>е</i>)	12	6	6	6	6	6
Наибольший ток загрузки (<i>а</i>)	20	10	16	3,5	3,5	3,5
Направление вращения (со стороны привода)	Левое	Левое	4401 — правое 4684 — левое	на секцию Левое	на секцию Правое	на секцию Левое
Число оборотов якоря в ми- нуту, при котором генера- тор дает номинальную мощ- ность (в нагретом состоя- нии)	950	1150	950	2300	2300	2300
Привод генератора	Шестерня	Ремень (у КД-35 шестерня)	Шестерня	Ремень	Шестерня	Ремень
Марка щеток	М-20	М-4	М-4	Нет	Нет	Нет
Усилие пружин на щетку (<i>е</i>)	600—700	500—650	600—700	Нет	Нет	Нет
Ток при работе электродвига- телем (<i>а</i>)	7	6,5	5,7	Не допускает	Не допу- скает	Не допускает
Марка регулятора напряжения	—	ВР-4550	ВР-4550	Нет	Нет	Нет
Напряжение (<i>е</i>), поддержи- ваемое регулятором при 20°	12—12,5	6—7	6—7	—	—	—
Вес генератора (<i>кг</i>)	22,3	7,5	10,5	6,5	7,2	6,5

* Генераторы переменного тока с вращающимся магнитом.

обмотки *ОРН*, вследствие чего сердечник быстро размагничивается, вибратор замыкает контакты и весь процесс повторяется. Таким образом, ускоряющая обмотка повышает число колебаний вибратора. Выравнивающая обмотка *ВО* способствует размагничиванию сердечника, т. е. ведет себя подобно ускоряющей обмотке *УО*, но она оказывает незначительное влияние, так как имеет малое число витков, да и величина тока размыкания незначительна.

В связи с тем, что регулятор одноступенчатый, для расширения предела допустимого изменения числа оборотов генератора, при котором напряжение поддерживалось бы постоянным, дополнительное сопротивление применено большой величины (70 ом). Однако при таком сопротивлении появляется искрение между контактами при их размыкании, и они потребуют более частой чистки. В целях некоторого уменьшения искрения включен конденсатор 2, который заряжается током размыкания в момент размыкания контактов и до их замыкания разряжается через обмотку *ВО* и добавочное сопротивление, а также через ускоряющую обмотку.

Рассмотрение других цепей мы опускаем, чтобы не усложнять объяснения, тем более, что это не оказывает существенного влияния на работу регулятора.

Таким образом, ток размыкания, возникающий в обмотке возбуждения, разветвляется: одна часть через якорь — в добавочное сопротивление, а другая — в обмотку *УО*, и в точке *А* также разветвляется на две части: в обмотку *ВО* и конденсатор, и только небольшая часть тока размыкания проявляется в виде слабой искры между контактами.

§ 92. Генератор ГА-27 и реле-регулятор РРА-44. На газогенераторном автомобиле ЗИС-21 и автобусе ЗИС-8 устанавливается генератор ГА-27 с четырехполюсным индуктором, мощностью 240 *вт* при номинальном напряжении 12 *в*. Генератор ГА-27 обслуживается реле-регулятором РРА-44.

Электрическая схема генератора ГА-27 и реле-регулятора изображена на рис. 142. На сердечнике комбинированного регулятора напряжения и тока расположены пять обмоток: *ОРН* — обмотка регулятора напряжения; *ОТК* — обмотка температурной компенсации, *УО* — ускоряющая обмотка, изготовленная из медной и константовой проволоки; *ВО* — выравнивающая обмотка и *ОРТ* — обмотка регулятора тока.

На сердечнике реле обратного тока расположены три обмотки: *НО* — намагничивающая обмотка, *ОТКР* — обмотка температурной компенсации реле и *РО* — размагничивающая обмотка.

Рассмотрим цепи электрического тока при малом числе оборотов якоря, до размыкания контактов *К₁* и *К₂* и до замыкания контактов *К₃* и *К₆* реле обратного тока.

Цепь тока возбуждения: щетки +, обмотка возбуждения генератора, зажим *III*, выравнивающая обмотка *ВО*, контакты *К₁* и

K_2 , вибратор, магнитопровод регулятора, соединительная планка $СП$, магнитопровод реле, обмотка PO , зажим $Я$ и щетки —.

Цепь тока обмоток OTK и OPH : щетки +, «масса», корпус реле-регулятора, обмотки OTK и OPH , соединительная планка $СП$, магнитопровод реле, обмотка PO , зажим $Я$ и щетки —.

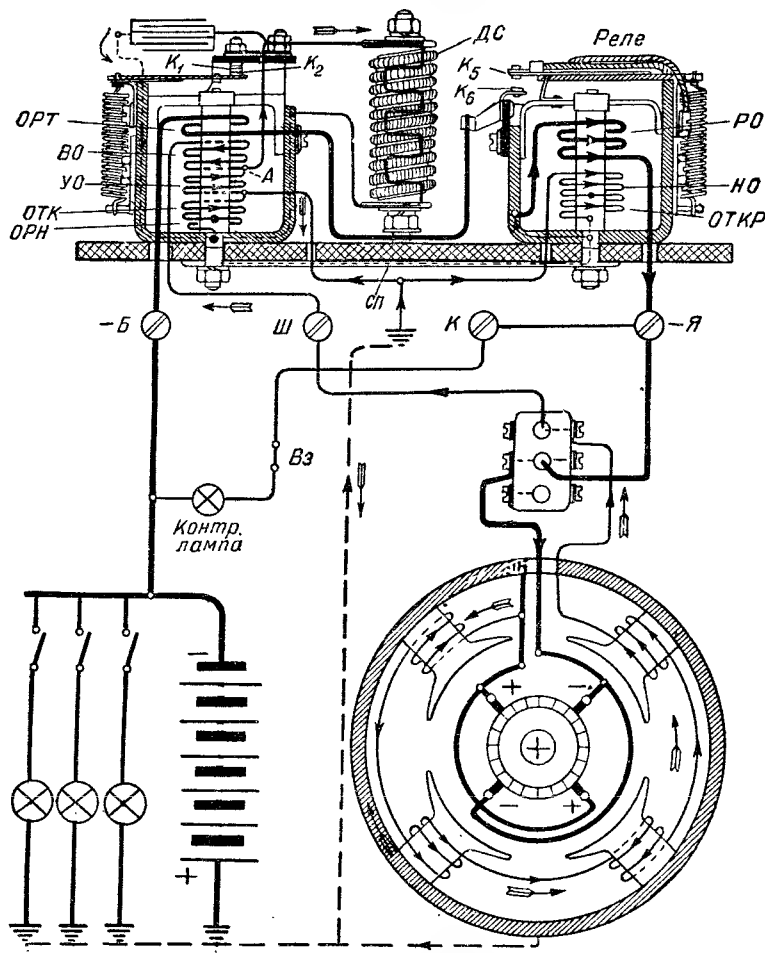


Рис. 142. Монтажная схема автомобильного генератора ГА-27 с реле-регулятором РРА-44.

Цепь тока ускоряющей обмотки: щетки +, «масса», корпус реле-регулятора, ускоряющая обмотка $УО$, контакты K_1 и K_2 , вибратор, магнитопровод регулятора, соединительная планка $СП$, обмотка PO , зажим $Я$ и щетки —. До размыкания контактов K_1 и K_2 магнитное поле обмотки $ВО$ парализуется магнитным полем

обмотки $УО$. В обмотке регулятора тока $ОРТ$ до замыкания контактов K_5 и K_6 ток нагрузки отсутствует.

Цепь тока намагничивающей обмотки: щетки $+$, «масса», корпус реле-регулятора, обмотки $НО$ и $ОТР$ и через обмотку $РО$, зажим $Я$ к щеткам — генератора.

При повышении числа оборотов якоря контакты реле замкнутся, и аккумуляторная батарея включится на зарядку через обмотку $ОРТ$. В случае, когда величина зарядного тока будет чрезмерно велика, магнитное поле, созданное обмотками $ОРН$ и $ОТК$, будет настолько усилено полем обмотки $ОРТ$, что контакты K_1 и K_2 разомкнутся, и в цепь обмотки возбуждения генератора включится добавочное сопротивление $ДС$ (80 ом). Это вызовет уменьшение тока возбуждения, и возникший в обмотке индуктора генератора ток размыкания будет одного с ним направления в обмотках $ВО$ и $УО$, в связи с чем уменьшится поле сердечника и ускорится отход вибратора от сердечника, вследствие чего увеличится частота колебаний вибратора. В данном регуляторе, подобно тому, что мы видели в генераторе трактора С-80, контакты регулятора зашунтированы конденсатором, и ток размыкания при выходе из выравнивающей обмотки разветвляется в точке A по трем направлениям: в ускоряющую обмотку $УО$, добавочное сопротивление $ДС$ и в конденсатор. Подробное объяснение назначения выравнивающей обмотки дано в § 76, работы комбинированного регулятора — в § 81.

Реле-регулятор имеет специально выведенный зажим K для включения контрольной лампы, сигнализирующей своим светом отсутствие зарядного тока.

§ 93. Генератор Г-29 и реле-регулятор РР-29. На малолитражных автомобилях МЗМА, выпускаемых с 1952 г., взамен трехщеточного генератора Г-28 и реле обратного тока РС-28 устанавливается двухщеточный генератор Г-29 мощностью 130 *вт* с реле-регулятором РР-29.

Реле-регулятор (рис. 143) состоит из реле обратного тока 2 и комбинированного регулятора напряжения и тока 1.

На постаменте реле-регулятора четыре клеммы и винт: клемма $Я$ для соединения со щеткой генератора, клемма $Ш$ с выводной клеммой обмотки возбуждения генератора, клемма $Б$ — с отрицательной клеммой аккумуляторной батареи, клемма $Л$ с проводом сигнальной лампы зарядки и винт $М$ для соединения корпуса реле-регулятора с «массой» генератора. Винт $М$ на схеме не изображен.

На постаменте помещены ускоряющее сопротивление $УС$ из проволоки и сопротивление $ДС$ из угля. Ускоряющее сопротивление является одновременно и сопротивлением температурной компенсации обмотки $ОРН$.

При размыкании контактов K_1 и K_2 в цепь обмотки возбуждения генератора вводятся оба сопротивления $УС$ и $ДС$, выполняющие роль добавочного сопротивления.

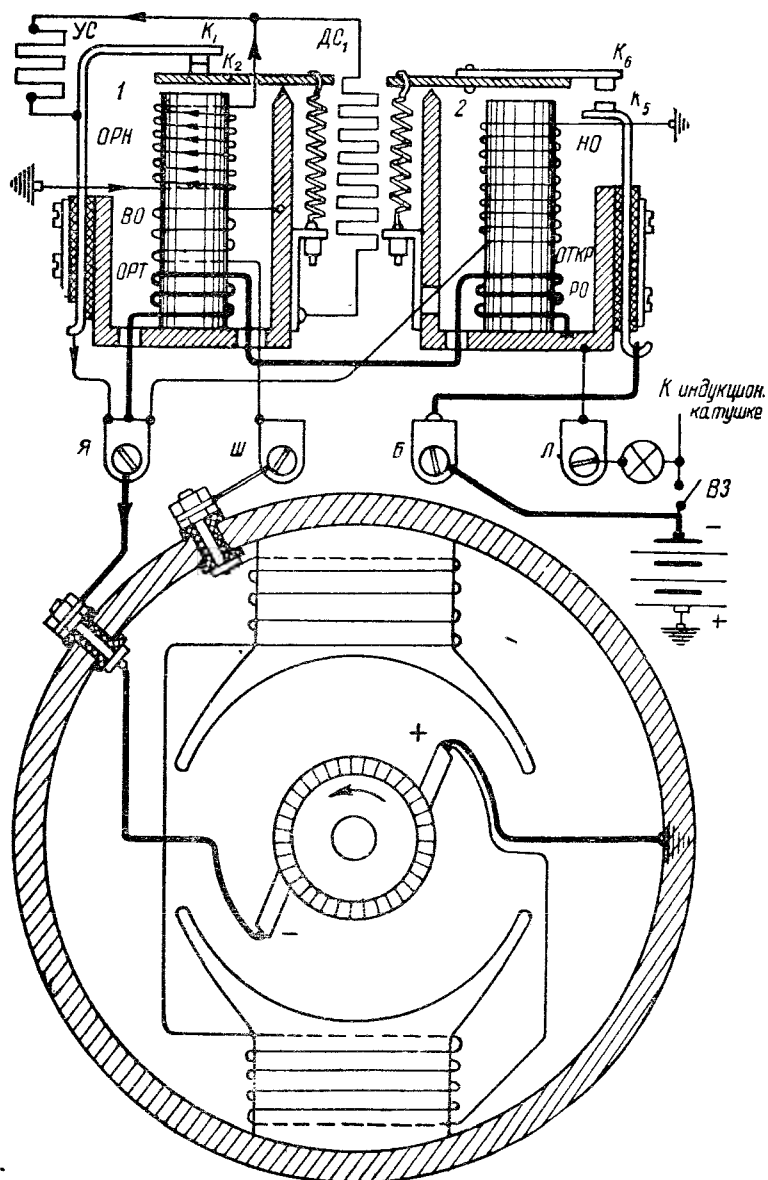


Рис. 143. Монтажная схема автомобильного генератора Г-29 с реле-регулятором РР-29.

Для температурной компенсации намагничивающей обмотки реле обратного тока последовательно ей включена обмотка из константана *ОТКР*.

На сердечнике комбинированного регулятора расположены три обмотки: обмотка регулятора напряжения *ОРН*, выравнивающая обмотка *ВО* и обмотка регулятора тока *ОРТ*.

Рассмотрим цепи электрического тока.

1. При включенном замке зажигания и неработающем двигателе в лампу сигнализации зарядки ток поступает от зажима $+$ аккумуляторной батареи по «массе», через обмотку якоря генератора в клемму *Я*, обмотки *ОРТ* и *РО*, магнитопровод, клемму *Л*, сигнальную лампу, замок зажигания и к клемме — аккумуляторной батареи.

2. При малом числе оборотов якоря, когда напряжение меньше 6 в, контакты K_1 и K_2 замкнуты, а контакты K_5 и K_6 разомкнуты. Ток возбуждения генератора направлен от щетки $+$ в обмотку индуктора, клемму *Ш*, выравнивающую обмотку *ВО*, магнитопровод регулятора, контакты K_1 и K_2 , клемму *Я* и к щетке —. В обмотку регулятора напряжения *ОРН* ток поступает от щетки $+$ по «массе», обмотке *ОРН* и через ускоряющее сопротивление *УС*, клемму *Я* к щетке —.

В намагничивающую обмотку *НО* реле ток поступает от щетки $+$ через «массу», обмотку *НО* и через обмотку температурной компенсации реле *ОТКР*, клемму *Я* к щетке —.

При равенстве э. д. с. генератора и аккумуляторной батареи накал спирали сигнальной лампы отсутствует, то же имеет место при замкнутых контактах K_5 и K_6 при зарядке, так как в последнем случае спираль сигнальной лампы замкнута накоротко контактами K_5 и K_6 .

При отсутствии тока нагрузки на генератор обмотка регулятора тока бездействует и обмотка *ОРН* поддерживает напряжение 8 в. Если же ток нагрузки достигает 20 а, то напряжение генератора поддерживается в пределах 6,2—6,8 в, так как магнитное поле в сердечнике создается двумя обмотками *ОРН* и *ОРТ*.

Роль ускоряющего сопротивления рассмотрена в § 75 и выравнивающей обмотки в § 76. При понижении числа оборотов, когда э. д. с. генератора меньше э. д. с. аккумуляторной батареи, появляется разрядный ток от 0,5 до 5 а в размагничивающей обмотке *РО* реле обратного тока, контакты K_5 и K_6 размыкаются, и свет сигнальной лампы сигнализирует отсутствие зарядки.

§ 94. Генераторы Г-15, Г-20, Г-21 и Г-25. На автомобилях ЗИС-150 и ЗИС-151 устанавливался генератор Г-15 с реле-регуляторами РР-15. На автомобилях ГАЗ-М20 и ГАЗ-69 устанавливается генератор Г-20 и на автомобилях ГАЗ-51, ГАЗ-63 — генератор Г-21. Генераторы Г-20 и Г-21 обслуживаются реле-регулятором РР-12 или РР-12А.

Автомобили Ярославского автозавода, выпускаемые с января 1949 г., снабжаются генератором Г-25 с реле-регулятором РР-25.

Реле-регуляторы РР-12 устанавливали на автомобилях ГАЗ-51 и ГАЗ-М20 до половины 1948 г. Они имели электрическую схему, аналогичную схемам реле-регуляторов РР-15 и РР-25.

Генераторы имеют двухполюсный индуктор и работают при номинальном напряжении 12 в. Генераторы Г-15, Г-20 и Г-21 имеют внутреннюю вентиляцию, а Г-25 с наружным обдувом. На рис. 144 изображен генератор Г-20 в разрезе и на рис. 145 монтажная схема его и реле-регулятора РР-12 завода АТЭ-1.

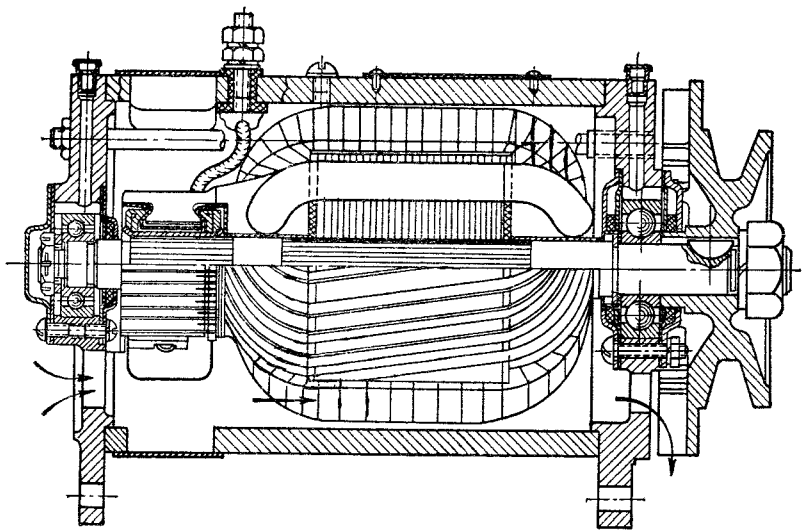


Рис. 144. Автомобильный генератор Г-20 в разрезе.

Агрегат реле-регулятора состоит из трех электромагнитных систем, установленных на тектолитовой пластине *ТП*. На реле-регуляторе имеются три зажима, изолированные от «массы», обозначенные буквами: *В* — батарея, *Я* — якорь и *Ш* — шунтовая обмотка возбуждения генератора. На корпусе реле-регулятора имеется винт, с помощью которого проводником соединяется «масса» реле-регулятора с «массой» генератора. У генераторов данного типа обмотка возбуждения *ОВ* своим началом соединена со щеткой $\div$. Конец обмотки возбуждения *К_{ов}* выведен на зажим *Ш*.

Регулятор напряжения *З* имеет на сердечнике две обмотки: *ОРН* — обмотку регулятора напряжения и *ВО* — выравнивающую обмотку. Регулятор напряжения имеет температурную компенсацию угольным сопротивлением *15 ом* или из константановой проволоки, намотанной на пластинку. Температурную коррекцию

выполняет магнитный шунт $MШ$ (подробнее в § 78). На вибраторе регулятора напряжения контакт K_1 изготовлен из серебра и укреплен на упругой пластинке, т. е. не жестко связан с вибратором, а эластично. Контакт K_2 изготовлен из вольфрама и уста-

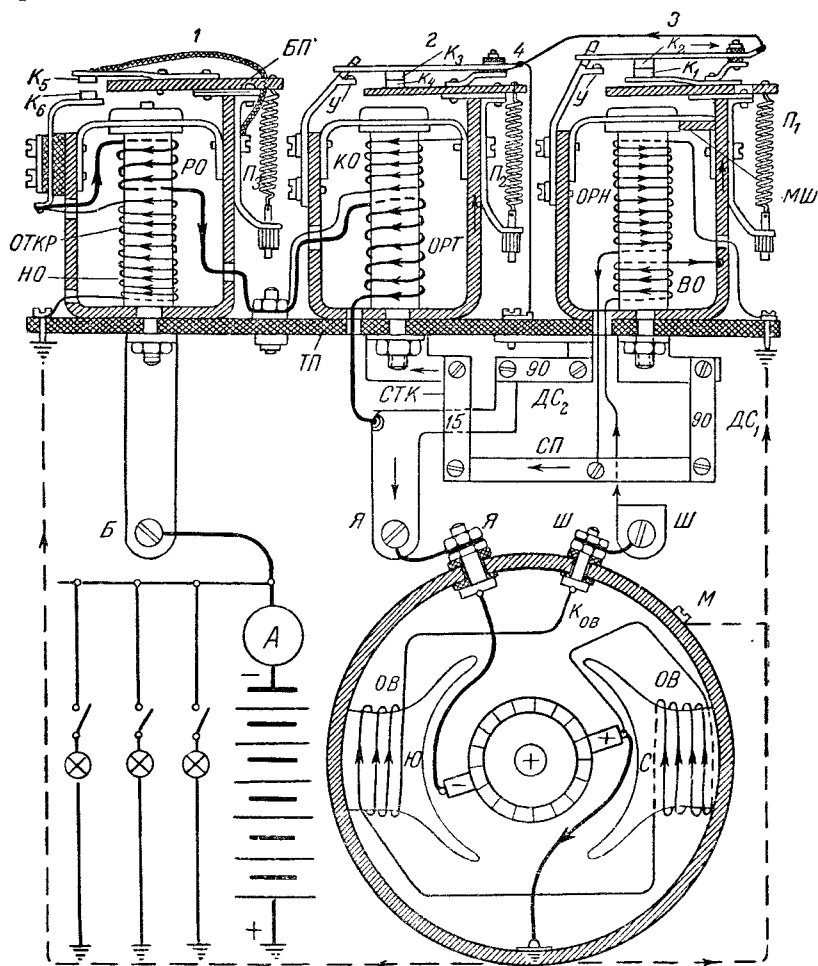


Рис. 145. Монтажная схема генератора Г-20 с реле-регулятором РР-12.

повлен также на стальной пластинке, которая при работе получает опору в фибровый упорный выступ $У$.

Выравнивающая обмотка соединена своим началом с зажимом $Ш$ и концом с магнитопроводом регулятора напряжения и контактом K_1 .

Начало обмотки $ОРН$ соединено с «массой» и концом с соединительной пластинкой $СП$, которая в свою очередь соединена через

сопротивление температурной компенсации (в 15 ом) с магнитопроводом регулятора тока. Последний соединен через корректирующую обмотку *КО* и обмотку регулятора тока *ОРТ* с зажимом *Я*, т. е. со щеткой —.

На вибраторе регулятора тока 2 контакт *К₄* изготовлен из вольфрама и укреплен жестко. Контакт *К₃* изготовлен из серебра.

Контакты *К₂* и *К₃* соединены проводниками с добавочным сопротивлением (90 ом), с зажимом *Я* и щеткой —.

Реле обратного тока 1 имеет температурную компенсацию обмоткою *ОТКР* и температурную коррекцию подвеской якорька реле на биметаллической пластинке *БП*.

Начало намагничивающей обмотки *НО* соединено с «массой», конец — с обмоткой температурной компенсации *ОТКР*, которая через размагничивающую обмотку *РО* и обмотку регулятора тока *ОРТ* соединяется через зажим *Я* со щеткой —.

Рассмотрим пути тока при различных режимах работы генератора. При малом числе оборотов якоря контакты *К₅* и *К₆* реле обратного тока разомкнуты, контакты *К₁* и *К₂* регулятора напряжения и контакты *К₃* и *К₄* регулятора тока замкнуты.

Цепь тока возбуждения: щетка +, начало обмотки возбуждения, обмотка *ОВ*, зажим *Ш*, выравнивающая обмотка *ВО*, магнитопровод регулятора напряжения, вибратор, контакты *К₁* и *К₂*, соединительный провод, контакты *К₃* и *К₄*, вибратор и магнитопровод регулятора тока, обмотка *КО*, обмотка *ОРТ* и через зажим *Я* к щетке —.

Цепь тока обмотки регулятора напряжения: щетка +, «масса», обмотка *ОРН*, соединительная планка *СП*, сопротивление 15 ом, магнитопровод регулятора тока, обмотки *КО* и *ОРТ*, зажим *Я* и щетка —.

Цепь намагничивающей обмотки реле: щетка +, «масса», обмотки *НО*, *ОТКР*, *РО* и *ОРТ*, зажим *Я* и щетка —.

При повышении числа оборотов якоря, когда э. д. с. генератора достигнет 13—13,5 в, контакты *К₅* и *К₆* замкнутся, и аккумуляторная батарея включится на заряд.

Путь зарядного тока: щетка +, «масса», зажим + аккумуляторной батареи, амперметр, зажим *Б*, магнитопровод реле, гибкий провод, контакты *К₅* и *К₆*, обмотки *РО* и *ОРТ*, через зажим *Я* к щетке —.

При достижении напряжения $14,5 \pm 0,4$ в в работу вступает регулятор напряжения, контакты *К₁* и *К₂* размыкаются, и в цепь возбуждения генератора включается добавочное сопротивление *ДС₁* (90 ом). В этом случае путь тока возбуждения следующий: щетка +, обмотки *ОВ*, зажим *Ш*, обмотка *ВО*, магнитопровод регулятора напряжения, добавочное сопротивление *ДС₁*, соединительная планка *СП*, сопротивление температурной компенсации *СТК* (15 ом), магнитопровод регулятора тока, через обмотки *КО* и *ОРТ* к щетке —. Вследствие введенного сопротивления *ДС₁* и

СТК ток возбуждения понизится, возникнет э. д. с. самоиндукции в обмотке *ОВ*, и ток размыкания устремится из обмотки *ОВ* в зажим *Ш*, обмотку *ВО*, в магнитопровод, сопротивление *ДС₁* через обмотку *ОРН* и через «массу» в начале обмотки возбуждения.

Так как ток размыкания направлен навстречу намагничивающему току в обмотке *ОРН*, то величина магнитного поля сердечника резко уменьшится, и вибратор замкнет контакты. Таким образом повышается число колебаний вибратора. Рабочий процесс подробно рассмотрен в § 75.

В том случае, когда величина тока по внешней нагрузке превысит допустимую для генератора, в работу вступит регулятор тока, при этом регулятор напряжения будет бездействовать.

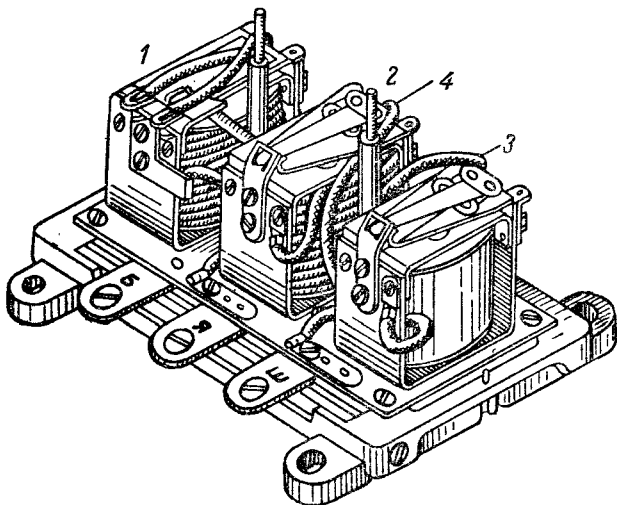


Рис. 146. Реле-регулятор РР-12 со снятой крышкой.

При размыкании контактов *K₃* и *K₄* в цепь обмотки возбуждения включается сопротивление *ДС₂* и параллельно ему сопротивление *ДС₁* и *СТК* (§ 81).

В этом случае путь тока возбуждения следующий: щетка $+$, обмотка *ОВ*, зажим *Ш*, обмотка *ВО*; в магнитопроводе ток разветвляется на две цепи: первая цепь через вибратор, контакты *K₁* и *K₂*, сопротивление *ДС₂* к щетке $-$, а вторая цепь через сопротивление *ДС₁*, соединительную планку *СП*, сопротивление *СТК*, магнитопровод регулятора тока обмотки *КО*, *ОРТ* к щетке $-$.

На рис. 146 изображен реле-регулятор РР-12 со снятой крышкой.

В настоящее время для автомобилей ЗИС-150, ГАЗ-51, ГАЗ-М20, ГАЗ-69 и ЗИМ генераторы по мощности, конструкции и обмоточным данным однотипны и различаются только конструкцией шкива, т. е. его размерами и числом ручьев для клиновидного ремня. Так

же однотипны и реле-регуляторы для перечисленных генераторов и различаются между собою только регулировочными данными регулятора тока.

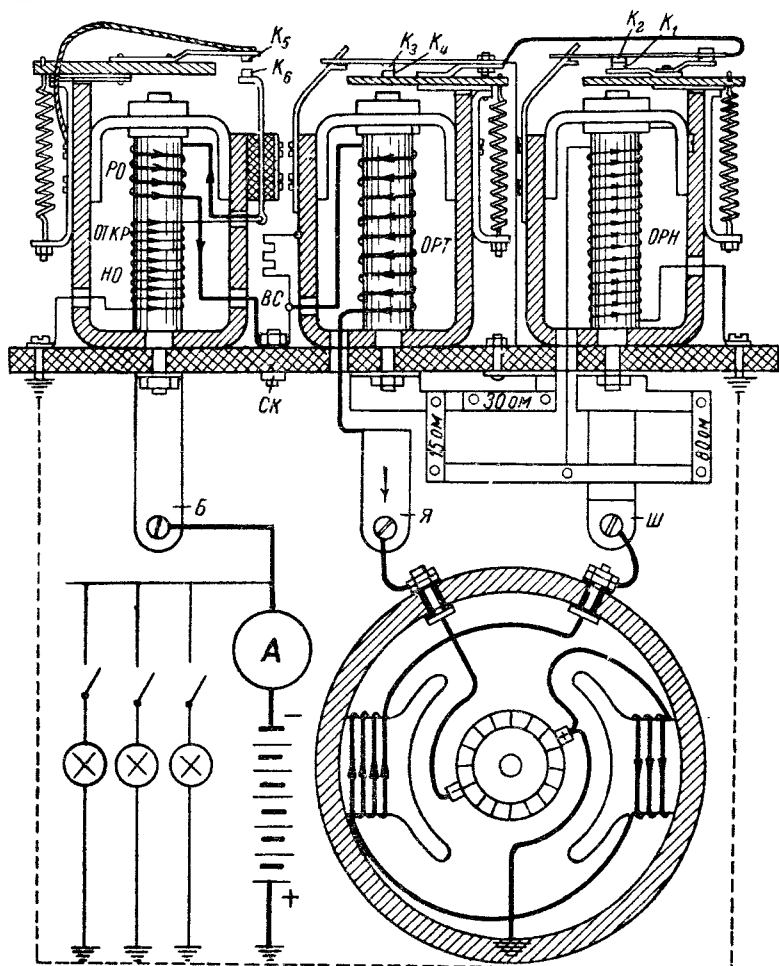


Рис. 147. Монтажная схема генератора Г-15Б с реле-регулятором РР-12А.

На рис. 147 приведена монтажная схема генератора Г-15Б для автомобиля ЗИС-150 и реле-регулятора РР-12А. Реле-регулятор РР-12А отличается от РР-12 следующим.

1. На сердечнике регулятора напряжения отсутствует выравнивающая обмотка ВО и зажим Ш непосредственно соединен с сердечником. Роль выравнивающей обмотки выполняет сопротивление ВС—1 ом (см. § 80).

2. На сердечнике регулятора тока отсутствует корректирующая обмотка *КО* (она же и ускоряющая).

Выпускаемые в настоящее время реле-регуляторы РР-12А, РР-12Б, РР-12В и РР-25 имеют схему, представленную на рис. 147.

В первых выпусках реле-регуляторов РР-12А выравнивающее сопротивление *ВС* было включено несколько иначе, т. е. не к соединительной клемме *СК*, а к пластинке контакта *К₆*.

Рассмотрим цепи электрического тока в схеме (рис. 147) при различных режимах работы генератора.

При вращении якоря с различным числом оборотов направление тока в обмотках *НО* и *ОТКР* остается неизменным, и его величина зависит только от напряжения на зажимах генератора. То же имеет место и в обмотке возбуждения генератора, но с той лишь разницей, что величина тока в ней зависит от работы контактов *К₁* и *К₂* или *К₃* и *К₄*.

При малом числе оборотов якоря контакты *К₁*, *К₂*, *К₃* и *К₄* замкнуты и ток возбуждения имеет следующую цепь: щетка $+$, обмотка возбуждения генератора, зажим *III*, магнитопровод регулятора напряжения, контакты *К₁* и *К₂*, соединительный провод, контакты *К₃* и *К₄*, магнитопровод регулятора тока, выравнивающее сопротивление *ВС*, обмотка *ОРТ* и через зажим *Я* к щетке $-$.

Цепь тока в обмотке регулятора напряжения: щетка $+$, «масса», обмотка *ОРН*, сопротивление температурной компенсации (15 ом), оно же и ускоряющее сопротивление, магнитопровод регулятора тока, выравнивающее сопротивление *ВС*, обмотка *ОРТ* и через зажим *Я* к щетке $-$.

При повышении числа оборотов якоря в действие вступает сначала реле обратного тока, а затем регулятор напряжения, если аккумуляторная батарея не сильно разрежена или нагрузка потребителей не превышает 18 а для РР-12А, РР-12Б и РР-12В.

Остальные цепи электрического тока здесь мы не рассматриваем, так как они подробно даны для реле-регулятора РР-12.

§ 95. Генератор Г-52. На автомобилях ЗИС-154 и ЗИС-155 устанавливается генератор Г-52 с реле-регулятором РР-52. Генератор имеет четырехполюсный индуктор с двумя параллельными обмотками возбуждения. Номинальное напряжение генератора 12 в при токе 80 а. Мощность генератора 1000 вт.

На рис. 148 изображена монтажная схема генератора Г-52 и реле-регулятора РР-52 двухлевого типа. Реле-регулятор состоит из трех электромагнитных систем: реле обратного тока 1 и двух комбинированных регуляторов 2 и 3, установленных на текстолитовой пластине 8. Сердечники всех трех магнитных систем соединены электрически планкой 6 и через пластину 4 подключены к клемме *Я*.

На сердечнике реле обратного тока 1 три обмотки: размагничивающая *РО*, температурной компенсации *ОТКР* и намагничивающая *НО*. На сердечнике каждого комбинированного регуля-

тора расположено по 5 обмоток: обмотка регулятора тока *ОРТ*, согласующая обмотка *СО*, обмотка регулятора напряжения *ОРН*, обмотка температурной компенсации *ОТК* и ускоряющая обмотка *УО*, состоящая из двух частей медной и константановой.

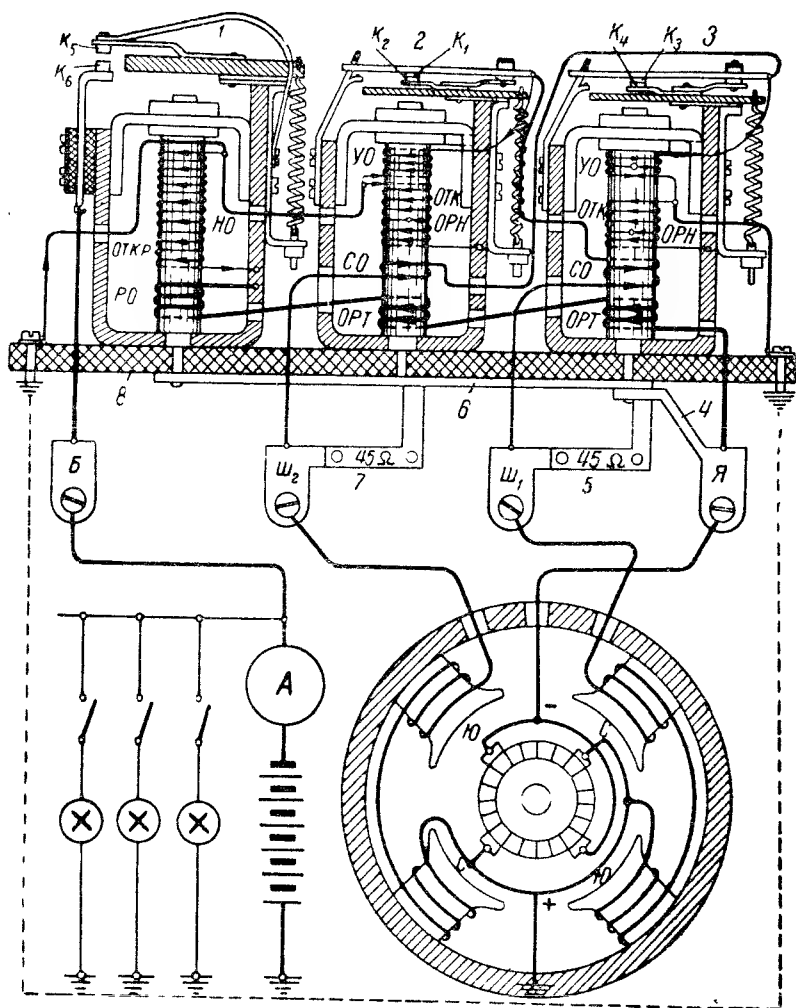


Рис. 148. Монтажная схема генератора Г-52 и реле-регулятора РР-52.

Комбинированные регуляторы снабжены температурными корректорами — магнитными шунтами. Температурная коррекция реле обратного тока осуществляется биметаллической пластинкой, на которой подвешен якорек реле. Обмотки *РО* и *ОРТ* включены между собой последовательно, однако они зашунтированы пла-

Т а б л и ц а 13

Характеристика автомобильных генераторов постоянного тока с реле-регуляторами

Показатели	Г-15	Г-16	Г-20, Г-21 и Г-15Б	Г-25	ГА-27	Г-29	Г-40	Г-52
Установлен на автомобиле	ЗИС-50 ЗИС-150, ЗИС-151	ЗИС-110	ГАЗ-М20, ГАЗ-51, ГАЗ-63 ГАЗ-69	ЯАЗ-200	ЗИС-8, ЗИС-21	МЗМА	ГАЗ М-11-40	ЗИС-154 ЗИС-155
Мощность генератора (<i>вт</i>)	150	210	220	275	250	430	170	1000
Номинальное напряжение (<i>в</i>)	12	6	12	12	12	6	6	12
Наибольший ток нагрузки (<i>а</i>)	13	35	18	21	20	20	23	80
Направление вращения якоря (со стороны привода)	Правое	Правое	Правое	Правое	Правое	Правое	Правое	Левое
Число оборотов якоря в минуту, при котором генератор дает номиналь- ную мощность (в нагретом состоянии)								
Привод генератора	1200 Ремень 1,25	1800 Ремень —	1450 Ремень 4,6—М20 4,5-ГАЗ-51	1600 Ремень —	1300 Шестерня 4,5	2400 Ремень —	1800 Ремень 1,89	850 Ремень —
Передающее число привода	ЭГ-11	Трехслой- ная	ЭГ-13	ЭГ-13	М-1	ЭГ-13	М-3	М-20
Марка щеток	1350—1500 5	1250—1400 5	1350—1500 5	1350—1500 6	600—700 7	1000—1350 5	650—750 7	— 11
Усилие пружины на щетку (<i>е</i>)	РР-15	РР-41	РР-12 или РР-12А	РР-25	РРА-44	РР-29	РР-10	РР-52
Ток при работе электроподкапителем (<i>а</i>)	12,5—13,5	6,4—7	12,5—13,5	12,5—13,5	12,5—13,5	6,2	6,4—7	12,5—13,5
Марка реле-регулятора	14,5 ± 0,4	7,2—7,5	14,5 ± 0,4	14,5 ± 0,4	14,5 ± 0,4	8	7,3—7,7	12,6—13,4
Напряжение замыкания реле (<i>е</i>) *	13 ± 0,5	35 ± 2	18 ± 1	21	—	—	28 ± 2	—
Напряжение, поддерживаемое регу- лятором (<i>е</i>) *	14,0	12,5	12,5	13	18,0	7,4	10,5	64
Ток нагрузки, поддерживаемый ре- гулятором тока (<i>а</i>)	3,7	3,7	3,7	3,7	—	4,1	—	6,6
Вес генератора (<i>кг</i>)								
Вес реле-регулятора (<i>кг</i>)								

* В зависимости от места установки аккумуляторной батареи (см. табл. 15).

стинками 6 и 4, благодаря чему ток в обмотках *ОРТ* и *РО* является частью тока нагрузки генератора. Это сделано с целью уменьшения магнитного поля, создаваемого в сердечниках, и для возможности выполнения обмоток проводом меньшего сечения, так как ток нагрузки генератора большой. Последнее послужило причиной установки четырех пар контактов на реле обратного тока вместо двух, которые имеют реле-регуляторы РР-12, РР-12А и РР-12Б.

Рассмотрим пути тока при различных режимах работы генератора. При любом числе оборотов якоря ток сохраняет свое направление в намагничивающей обмотке *НО*, обмотках температурной компенсации *ОТКР* и *ОТК*, обмотках регулятора напряжения *ОРН*, согласующих обмотках *СО* и обмотках *ОРТ* и в цепи возбуждения генератора.

Цепь тока в обмотке *НО*: щетка +, «масса», обмотка *ОТКР* и далее по двум параллельным путям через обмотки *РО* и *ОРТ* к клемме *Я* и одновременно через соединительные пластинки 6 и 4 к клемме *Я* и к щеткам —.

Цепь тока в обмотках *ОРН* и *ОТК*: щетки +, «масса», обмотки *ОТК* и *ОРН*, через пластинки 6 и 4, к клемме *Я* и щеткам —.

При малом числе оборотов якоря контакты реле обратного тока разомкнуты, а контакты регуляторов замкнуты. В этом случае цепи тока возбуждения следующие: щетки +, обмотка возбуждения двух полюсов, расположенных слева, клемма *Ш*₂, обмотка *СО* регулятора 2, контакты *K*₃ и *K*₄, магнитопровод регулятора 3, пластинку 4, клемму *Я* и щетки —.

Одновременно от щеток + ток поступает в обмотку возбуждения полюсов, расположенных справа, клемму *Ш*₁, обмотку *СО* регулятора 3, контакты *K*₁ и *K*₂, пластинки 6 и 4, клемму *Я* и щетки —.

В ускоряющие обмотки ток направлен от щеток +, «массу», обмотки *УО* и через замкнутые контакты регуляторов, магнитопроводы их, пластинки 6 и 4, клемму *Я* к щеткам —.

При повышении числа оборотов якоря, когда напряжение достигает 12,5—13,5 в, контакты реле обратного тока замкнутся, и аккумуляторная батарея включится на зарядку. Цепь зарядного тока: щетки +, «масса», аккумуляторная батарея, амперметр, клемма *Б*, контакты *K*₅ и *K*₆, магнитопровод реле и далее по двум параллельным путям, т. е. обмотки *РО* и *ОРТ* к клемме *Я* и по соединительным пластинкам 6 и 4, клемме *Я* к щеткам —.

При токе нагрузки 80 а, напряжении 12,6—13,4 в и температуре +20° комбинированные регуляторы вступают в действие.

При размыкании контактов *K*₁ и *K*₂ в цепь обмотки возбуждения двух полюсов, расположенных справа, вводится добавочное сопротивление 5 (45 ом), и возникший в обмотке возбуждения ток самоиндукции будет направлен в ускоряющую обмотку регулятора 2 в направлении противоположном току, действовавшему до размыкания контактов *K*₁ и *K*₂. Размагничивающее действие тока

в обмотке УО на поле обмотки ОРН ускорит замыкание контактов.

Уменьшение тока в согласующей обмотке регулятора 3 введет в действие его вибратор.

Подробное рассмотрение работы двуплечего регулятора см. в § 73.

Добавочное сопротивление 7 вводится в обмотку возбуждения двух полюсов (слева) при размыкании контактов K_3 и K_4 .

Контрольные вопросы

1. Объясните устройство автотракторного генератора постоянного тока и назначение его деталей.
2. Как соединяют катушки возбуждения в двух- и четырехполюсном индукторе генератора постоянного тока?
3. Какими показателями характеризуются обмотки якоря генератора постоянного тока?
4. Объясните устройство щеткодержателей и требования, предъявляемые к ним и щеткам.
5. Объясните устройство тракторного генератора переменного тока и его работу.
6. Объясните по схеме направление тока в трехщеточном генераторе до и после замыкания контактов реле обратного тока.
7. Объясните по схеме работу генератора ГБТ и регулятора напряжения ВР.
8. Объясните по схеме работу генератора Г-66.
9. Объясните по схеме работу реле-регулятора РРА-44.
10. Объясните по схеме работу реле-регулятора РР-29.
11. Объясните по схеме работу реле-регуляторов РР-12 и РР-12А при различных режимах.
12. Объясните по схеме работу генератора Г-52 и его регулирующего устройства.

ГЛАВА XX

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЕНЕРАТОРОВ И РЕГУЛИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗА ИХ СОСТОЯНИЕМ

§ 96. Уход за генератором и регулирующим устройством.
Длительная и бесперебойная работа генератора может быть обеспечена правильным техническим уходом. Ежедневно следует производить: 1) очистку поверхности генератора и регулятора от пыли и грязи; 2) проверку натяжения ремня привода генератора — ремень при нажатии на него пальцем должен прогибаться на 12—15 мм; 3) проверку крепления генератора и крепления проводов к зажимам генератора и реле-регулятора.

Часто встречающаяся неисправность генератора — это загрязнение коллектора, причиной чему является чрезмерная смазка. В генераторах с якорем, установленным на шарикоподшипниках, смазку следует производить через 1000 км пробега автомашины или 50 часов работы 6—8 каплями автола.

В тех генераторах, где отсутствуют масленки для жидкого масла, густая смазка закладывается в подшипники на 200—300 часов работы генератора. Смазкой служит осоголины или копсталины жировой (ГОСТ 1957—52), или смазка НК-50. Заполнение шарикоподшипников смазкой следует производить на 50—60% от полного объема, вмещающего смазку.

В генераторах со скользящими подшипниками необходимо производить регулярно смазку жидким маслом (автолом) согласно заводской инструкции. Несоблюдение этого правила нередко является причиной быстрого износа графито-бронзовой втулки, задевания якоря за полюса, его перегрева и замыкания якорной обмотки.

Осмотр состояния коллектора и щеток должен производиться еженедельно, в случае загрязнения коллектор следует протереть чистой ветошью, смоченной в бензине, предварительно подняв щетки, чтобы их не загрязнить. В случае искрения щеток при работе генератора следует проверить правильность прилегания их к коллектору, а также силу нажатия пружин с помощью динамометра. Сила нажатия должна быть в соответствии с табл. 13. Замена щеток должна производиться через 500 часов работы генератора. По мере износа щеток давление пружины на них уменьшается: оно не должно быть ниже 65% величины, указанной в табл. 13.

Гарантийный срок работы реле-регулятора 3000 часов. Однако, как показали испытания, проведенные Научно-исследовательским институтом автоприборов, регуляторы напряжения нуждаются в периодической проверке и регулировке, так как нарушается работа контактов. 35% регуляторов напряжения в агрегате РР-12, которые имеют контактную пару серебро — вольфрам, нуждались в регулировке при пробеге автомобилем 10 000 км и 25% РР-12Б с контактной парой вольфрам — вольфрам при пробеге 50 000 км. Зачистку контактов реле-регулятора и его регулировку может производить опытный электрик непосредственно на машине или в мастерской. Замену щеток генератора и шлифовку коллектора целесообразнее проводить в мастерской.

Иногда в эксплуатации вследствие неправильного включения аккумуляторной батареи на автомобиле (т. е. вместо зажима + соединяют зажим — батареи) генератор теряет остаточный магнетизм или даже происходит перемагничивание полюсов. В таком случае следует включить правильно батарею и при работающем двигателе на 1—2 секунды замкнуть на реле-регуляторе зажимы В и Я проводником, и генератор получит правильную полярность.

§ 97. Неисправности генераторов, их обнаружение и устранение. Неисправности в генераторах можно разделить на механические и электрические. К первым относятся износ подшипников, шеск вала якоря, коллектора, щеток, поломка щеткодержателей и их пружин, потеря пружинами упругости, погнутость

вала якоря, нарушение резьбовых соединений и крепления шкива.

К электрическим неисправностям генераторов относятся нарушение электрического контакта в соединениях, повреждение изоляции проводников, вследствие чего происходит замыкание проводников либо между собою (так называемое витковое замыкание), либо соединение на «массу», а также замыкание пластин коллектора между собою или на «массу».

При отыскании неисправности следует иметь в виду, что отсутствие зарядного тока не всегда является признаком неисправности генератора. Необходимо помнить, что в генераторах, снабженных реле-регуляторами, при полностью заряженной батарее амперметр автомобильного типа может не показывать зарядного тока при вполне исправном состоянии генератора и реле-регулятора. В таких случаях, когда есть сомнение в работе генератора, следует включить главные фары при работающем двигателе на среднем числе оборотов, и если стрелка амперметра в момент включения качнется, но не отклонится на разряд, то генератор и реле-регулятор исправны.

Прежде чем приступить к выявлению неисправности генератора или реле-регулятора, необходимо проверить исправность проводки между генератором и аккумуляторной батареей и только после этого приступить к проверке генератора. Сначала необходимо убедиться, исправен ли генератор, и только тогда начать проверку реле, регулятора напряжения или реле-регулятора.

Проверку исправности генератора и обслуживающего его прибора можно производить непосредственно на двигателе или в мастерской на специальном оборудовании. Когда генератор проверяется на работающем двигателе трактора или автомобиля, необходимо иметь вольтметр и амперметр.

Если генератор не возбуждается, необходимо осмотреть коллектор, щетки, пружины щеткодержателей, соединение щеток с проводниками, а генератора — с регулятором. При исправном состоянии осмотренных деталей необходимо попытаться возбудить генератор от аккумуляторной батареи. Для этого достаточно при работающем двигателе на 1—2 секунды замкнуть нажатием пальца контакты реле; если якорек реле останется в притянутом состоянии, то генератор возбудился. Возбудить генератор можно и не открывая реле или реле-регулятора: следует лишь кратковременно замкнуть проводником зажимы *Б* и *Я*.

Если генератор не возбуждается, необходимо проверить, нет ли обрыва в цепи возбуждения. В генераторах Г-28 и ГЛ-41 надо убедиться в целостности плавкого предохранителя. В генераторах с регулятором напряжения следует осмотреть контакты K_1 и K_2 , так как при их окислении генератор возбуждается только при большом числе оборотов якоря.

В том случае, когда, несмотря на выполнение всех этих мероприятий, генератор не возбуждается, необходимо проверить обмотку возбуждения генератора; для этого нужно зажим *III* замкнуть перемычкой с зажимом *Я* (в генераторах автомобильного типа). Если при работающем двигателе и отключенном реле-регуляторе в момент размыкания перемычки обнаружится искра, то генератор возбуждился. Однако следует учесть, что при этом испытании нельзя включать электролампы, так как напряжение генератора значительно повышается, и спирали ламп перегорят. При проверке тракторных генераторов следует обмотку возбуждения замыкать с «массой», а не со щеткой —. Рассмотренный случай позволяет проверить генератор при неисправном реле-регуляторе.

Проверку генератора можно производить, питая его от аккумуляторной батареи. В этом случае генератор проверяется в качестве электродвигателя. Для проверки необходимо освободить привод генератора, т. е. снять ремень или разобщить шестерни и замкнуть зажимы *Я* и *Б*. При исправном состоянии генератора, регуляторов напряжения и тока якорь будет вращаться равномерно, с небольшим числом оборотов. При размыкании контактов K_1 и K_2 или K_3 и K_4 в реле-регуляторах типа РР якорь должен повысить число оборотов.

Если же якорь генератора не вращается, а ток достигает большой величины, или якорь вращается неравномерно, генератор необходимо снять с двигателя и подвергнуть его якорь проверке в мастерской, на приборе типа ППЯ для проверки якорей, а также проверить цепь возбуждения.

При исправном генераторе могут оказаться неисправными реле обратного тока, регулятор напряжения или регулятор тока.

В реле встречаются следующие неисправности: спайка контактов, их обгорание, нарушение цепи тока в намагничивающей обмотке и потеря упругости пружины. Спайка контактов определяется при остановке двигателя по отклонению стрелки амперметра на разрядку при выключенных потребителях. При обгорании контактов якорек реле притягивается, но батарея не включается на заряд. При обрыве намагничивающей обмотки якорек реле не притягивается к сердечнику; то же явление наблюдается при чрезмерном увеличении упругости пружины. Потеря упругости пружины характеризуется замыканием контактов при пониженном напряжении и размыкание их проходит при большом разрядном токе.

В регуляторах напряжения и регуляторах тока встречаются следующие неисправности.

1. Быстрое окисление контактов происходит вследствие сильного искрения. Причиной этому может служить плохой контакт в соединении добавочного сопротивления или конденсатора (в регуляторах генераторов Г-66 или ГА-27). В угольных сопротивлениях иногда наблюдаются трещины. В генераторах ГБТ и ГАУ сильное

искрение между контактами K_3 и K_4 наблюдается в случае замыкания одной из катушек возбуждения на «массу».

2. Нарушение величины зазора между контактами или между вибратором и сердечником.

3. Потеря упругости пружины вибратора.

Для проверки и регулировки автотракторных генераторов, реле, реле-регуляторов выпускается специальное оборудование. Его можно подразделить на два основных типа: 1) приборы переносные, позволяющие производить проверку и регулировку непосредственно на двигателе; 2) приборы стационарные, устанавливаемые в электроцехе, позволяющие производить проверку всех деталей генераторов и обслуживающих их приборов.

Приборы для проверки состояния обмоток якоря генератора или стартера называют или индукционным аппаратом под маркой ИА-1, или прибором для проверки якорей, которые выпускаются трестом ГАРО под маркой ППЯ-3 (последняя модель, наиболее совершенная, — ППЯ-4).

Для контрольных испытаний генератора и реле-регулятора, а также для регулировки последнего в мастерской применяются стенды типа КИС-2 или УКИС-М1, описание которых приведено в главе IX; поэтому в данной главе рассмотрены только приборы ППЯ и вольтамперметр.

§ 98. Прибор для проверки якорей автотракторных генераторов и стартеров. Прибор ППЯ-3 (рис. 149) состоит из П-образного сердечника 1, на котором располагается катушка 2, состоящая из двух секций. Секционирование катушки позволяет производить переключение секций: параллельно на напряжение 110—120 в и последовательно на напряжение 220 в.

Для соединения прибора с сетью переменного тока имеется провод 5 со штепсельной вилкой. На верхней панели прибора имеется выключатель 4, который устанавливается в рабочее положение после установки испытуемого якоря в проем сердечника 1. Внутри корпуса помещена лампа накаливания, для наблюдения за накалом которой имеется окно 3. Лампа приключена к одной из секций катушки прибора. Цепь лампы может быть замкнута через два щупа 6, пользуясь которыми определяют наличие замыкания обмотки якоря или коллектора на «массу», либо обрыв в обмотке возбуждения или обмоток в реле-регуляторе. Прибор ППЯ работает на принципе трансформатора, первичная обмотка которого питается электроэнергией от сети переменного тока. Вторичной обмоткой является обмотка испытуемого якоря или обмотки катушек возбуждения, снятых с полюсных наконечников. Переменный ток первичной обмотки создает в сердечнике прибора и сердечнике якоря переменное магнитное поле, в результате чего в обмотке якоря индуцируется э. д. с.

При отсутствии виткового замыкания в секциях или пластин коллектора между собою в обмотке якоря ток отсутствует, так

как индуктируемые э. д. с. в двух ветвях обмотки якоря равны между собою и направлены встречно.

В случае виткового, секционного или межсекционного замыкания под действием э. д. с. в замкнутых витках появляется переменный ток, который создает на зубцах пазов переменное магнитное поле, заставляющее вибрировать стальную пластинку 7, прикладываемую к пазам якоря.

Пользуясь стальной пластинкой на приборе ППЯ, можно определить тип обмотки, т. е. петлевая она или волновая. Для этого на исправном якоре временно замыкают две рядом находящиеся пластины коллектора; после чего проверяют число пазов, над которыми вибрирует пластинка. При петлевой обмотке она виб-

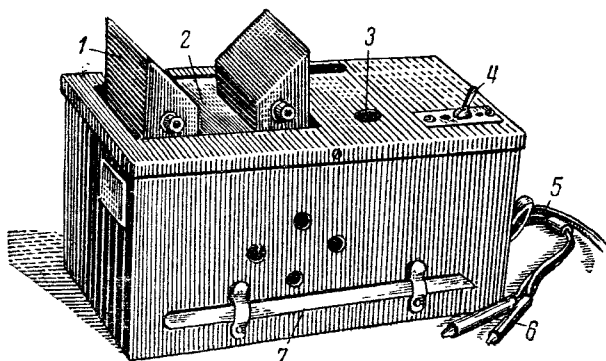


Рис. 149. Прибор ППЯ-3 для проверки якорей автотракторных генераторов и стартеров.

рирует над двумя пазами, при волновой над четырьмя или шестью пазами в зависимости от числа полюсов генератора, т. е. четыре или шесть полюсов на индукторе генератора.

Пользуясь прибором ППЯ, можно проверить в снятых с корпуса катушках возбуждения наличие обрыва или виткового замыкания и правильность соединения катушек между собою.

Отсутствие амперметра на приборе ППЯ-3 не позволяет выявить такие неисправности, как обрыв провода в секции или плохой контакт между проводом и пластиной коллектора, а также установить, какая из секций замкнута на «массу». Кроме того, на приборе с помощью амперметра можно проверить, правильно ли подключены к пластинам коллектора начало и конец секции, что необходимо сделать перед тем, как произвести пайку.

Наличие амперметра на приборе ППЯ позволяет проверить качество работы намотчика, т. е. равное ли число витков имеют вновь уложенные секции. Выпускаемые приборы ППЯ-4 и ИА-1 имеют амперметр переменного тока, снабженный двумя проводниками с наконечниками — щупами. Для выявления секции,

замкнутой на «массу», один щуп соединяют с валом якоря, а вторым касаются по очереди пластин коллектора при включенном в сеть приборе. Вторым щупом находят пластину на коллекторе, дающую наибольшее отклонение. Затем медленно поворачивают якорь, сохраняя положение второго щупа в пространстве. По отсутствию отклонения стрелки амперметра определяют замкнутую на «массу» секцию.

Для отыскания секции с обрывом провода или с плохим контактом провода и пластины коллектора поступают так. Щупами касаются двух рядом лежащих пластин и якорь поворачивают до получения наибольшего отклонения стрелки. После чего, сохраняя найденное положение щупов в пространстве, поворачивают якорь и замыкают щупы со следующей парой пластин. Отсутствие отклонения стрелки амперметра или ее малые отклонения определяют секцию с обрывом или плохим контактом. Эта проверка производится только после того, как убедились в отсутствии виткового или секционного замыкания.

Для проверки правильности закладки начала и конца секции в «петушки» пластин коллектора поступают аналогично предыдущей проверке, но щупы соединяют не с двумя рядом лежащими пластинами, а через одну. Если в «петушок» пластины заложены не начало и конец двух секций, а два начала или два конца, то показания амперметра будут равны нулю.

§ 99. Прибор для проверки и регулировки генератора и реле-регулятора непосредственно на автомобиле или тракторе. Как указывалось в § 96, генератор и реле-регулятор требуют систематической проверки, которую целесообразно проводить непосредственно на автомобиле или тракторе. Для этих целей изготавливается прибор ВА-1, называемый «вольтамперметром» (рис. 150). В приборе ВА-1 объединены магнитоэлектрический вольтметр 1 с двумя шкалами 0—3 в и 0—30 в, магнитоэлектрический амперметр 4 со шкалой 0—50 а и нагрузочный реостат 6. Включение вольтметра на шкалу 0—30 в осуществляется переключателем 2, который вводит добавочное сопротивление при измерении напряжений свыше 3 в. Табличка 5 указывает назначение выводных проводов.

На панели прибора установлен трехпозиционный переключатель 3 для изменения направления тока в измерительных приборах

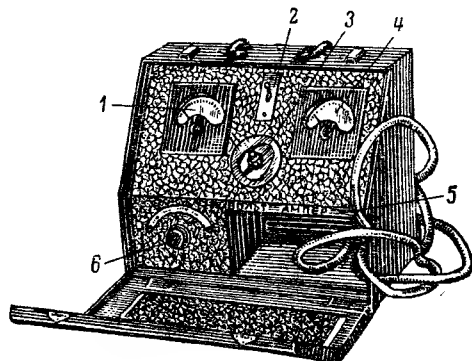


Рис. 150. Прибор ВА-1 для проверки цепей низкого напряжения и регулировки агрегатов.

при различной полярности, т. е. $+$ или $-$ аккумуляторной батареи соединен с «массой» автомобиля или трактора. Кроме того, переключатель полярности требуется при проверке реле обратного тока. При нейтральном положении переключателя 3 измерительные приборы выключаются.

Прибор ВА-1 позволяет проверить электрическую мощность генератора, нагружая его с помощью реостата 6. Длительность этого испытания ограничивается конструкцией реостата, т. е. при мощности 300 *вт* время испытания не должно превышать 2 минут, а при 100 *вт* — до 20 минут. Реостат состоит из угольных шайб, которые сжимаются с помощью винта и гайки. Чем сильнее сжаты поверхности дисков, тем меньше сопротивление реостата и, следовательно, больше ток нагрузки на генератор.

Нагрузочным реостатом пользуются при проверке и регулировке регулятора тока, реле обратного тока и регулятора напряжения.

Пользуясь амперметром, можно проверить генератор в режиме электродвигателя по току холостого хода. Прибор ВА-1 позволяет, кроме указанного выше, производить проверки всех цепей низкого напряжения в схеме автотракторного электрооборудования, где ток не превышает 50 *а*, а именно: установить третью щетку в правильное положение при сезонной регулировке; выявить плохое состояние контакта в клеммах цепей низкого напряжения; выявить провод с поврежденной изоляцией, а также проверить состояние заряда в аккумуляторной батарее.

Контрольные вопросы

1. Какие неисправности могут иметь место в генераторах и как их выявить?
2. Как возбудить генератор, если в индукторе отсутствует остаточный магнетизм?
3. Что предусматривается правилами технического ухода за генератором и регулирующим устройством?
4. Какие проверки позволяет производить прибор ППЯ-3 или ППЯ-4?
5. Каково назначение прибора ВА-1?

ГЛАВА XXI

РЕМОНТ АВТОТРАКТОРНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ И ИХ РЕГУЛИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

§ 100. Ремонт генераторов. В мастерскую поступают генераторы, неисправность которых выявлена при техническом обслуживании или отказе их в работе. Дефектовщик определяет комплектность генератора и объем ремонта путем внешнего осмотра и проверки генератора одним из ранее указанных способов.

В том случае, когда генератор требует только замены щеток новыми и их подгонки, при хорошем состоянии коллектора гене-

ратор разборке не подлежит; перед заменой щеток следует произвести только очистку коллектора мелкозернистой стеклянной бумагой. Но чаще всего возникает необходимость в обточке коллектора на токарном станке. При этом следует снимать возможно тонкий слой металла с тем, чтобы вывести выжженные места. Излишнее удаление металла при обточке сокращает срок службы коллектора, а он является одной из наиболее дорогих деталей генератора.

После обточки коллектора производят углубление изоляции между пластинами, а затем поверхность коллектора шлифуется и полируется. Обработанный коллектор не должен иметь «биения» более 0,03 мм, так как в противном случае работа щеток будет сопровождаться искрением. После обработки коллектора перед сборкой генератора следует сжатым воздухом удалить из обмотки попавшие медные стружки и проверить якорь на приборе ППЯ. Перед обточкой коллектора следует закрыть обмотку тканью. До сборки шарикоподшипники промывают и заполняют новой смазкой (см. § 96).

Рабочая поверхность щеток подгоняется так, чтобы щетка прилегала всей поверхностью к коллектору. При правильном прилегании щетки уменьшается искрение, а следовательно, и нагрев ее.

Величину упругости пружин, прижимающих щетки, следует проверять динамометром и устанавливать ее согласно техническим условиям, так как при уменьшении упругости пружин возникнет вибрация щеток и от искрения пострадает рабочая поверхность коллектора.

Устанавливать новые щетки можно только той марки, которую рекомендует завод.

В целях сохранения длительной работы щеток и коллектора поверхность последнего не следует чистить наждачным полотном, так как частицы наждака врезаются в медь пластин и при работе генератора вызывают быстрый износ щеток.

При неисправном состоянии обмотки якоря или обмотки возбуждения производят их перемотку.

Если в катушках индуктора отсутствует витковое замыкание и изоляция провода хорошая, а только повреждены выводные концы или оплетка катушек, то их восстанавливают без перемотки. При хорошем состоянии изоляции провода обмотки якоря и наличии замыкания на «массу» или секционного замыкания рекомендуется вначале отпаять проводники секции от пластин коллектора, что позволит определить, неисправна ли секция обмотки или неисправен коллектор; в последнем случае производят замену коллектора.

Перед установкой якоря в корпус генератора проверяют отсутствие погнутости вала по «биению» сердечника, величина которого не должна превышать 0,05—0,15 мм. Меньший допуск относится

к генераторам, работающим с малым воздушным зазором и большим числом оборотов.

Изоляция обмоток якоря и индуктора должна выдерживать напряжение переменного тока 550 в в течение 1 минуты (ГОСТ 3940—47).

Восстановление номинального размера шеек вала якоря под подшипники производят хромированием или осталиванием. Поврежденный конец вала якоря, на котором закрепляется шкив или шестерня привода, восстанавливают автогенной сваркой.

Неисправную обмотку якоря удаляют и заменяют изоляцию в пазах. Она выполняется из прессшпана, кабельной бумаги или

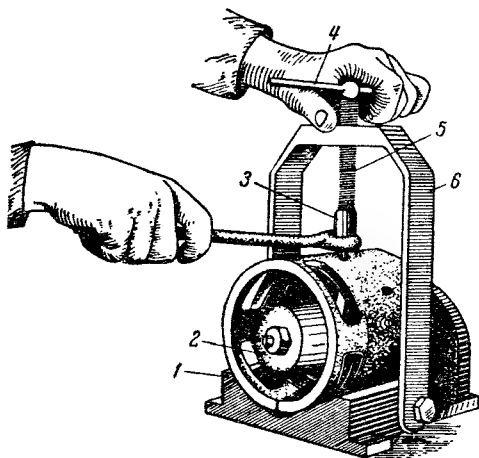


Рис. 151. Пресс-отвертка с разжимным приспособлением.

бакелитовой бумаги. После намотки секции проверяют на приборе ППЯ, а коллектор с помощью контрольной лампы. Затем закладывают проводники секций в «петушки» пластин коллектора в соответствующей последовательности (рис. 129 и 130). «Петушки» смачивают канифолью, разведенной в спирте, и производят пайку паяльником или в тигле.

Перед пайкой в тигле необходимо торцевую часть обмотки со стороны коллектора обмотать шнуровым асбестом, чтобы защитить ее от действия тепла,

выделяемого расплавленным припоем. Коллектор до «петушков» и вал якоря покрывают мелом, что обеспечивает невозможность приставания припоя к этим частям.

Пайка осуществляется погружением коллектора в расплавленный припой на несколько минут. После пайки производят удаление излишнего припоя, вновь проверяют якорь на приборе ППЯ и при отсутствии замыкания между пластинами коллектора якорь пропитывают лаком № 318.

Просушка занимает 12 минут при температуре 100°. Рекомендуется перед пропиткой просушить якорь в течение часа при температуре 90° и после пропитки дать стечь излишку лака (3—4 минуты).

Такой же пропитке лаком подвергают и катушки индуктора после возобновления оплетки или изготовленные вновь.

Перед тем как снять катушки с полюсных наконечников индуктора, рекомендуется пометить их, чтобы при сборке установить

на прежнее место. Для разборки индуктора применяют приспособление (рис. 151), состоящее из основания 1 с хомутом 6. В верхней полочке хомута помещается винт 5, на нижний конец которого свободно надета отвертка 3. На верхнем конце винта имеется вороток 4 для опускания или подъема отвертки. Для того чтобы полюсные наконечники плотно прижать к корпусу, взамен якоря устанавливается разжимное устройство 2, состоящее из двух конусов и раздвижных клиньев.

Пресс-отвертка с разжимным устройством обеспечивает как разборку, так и сборку индукторов без повреждения шлицов у крепежных винтов и обеспечивает надежное и правильное крепление полюсных наконечников.

§ 101. Ремонт реле-регуляторов. При ремонте регулирующих устройств и реле производят зачистку контактов, замену их, восстановление резьбы на клеммах и других деталях, а также перемотку катушек, иногда замену пружин, негодных сопротивлений и уплотняющих прокладок. Состояние обмоток и сопротивлений определяется омметром, путем сопоставления показаний с заводскими данными.

Замена серебряных контактов производится переклепкой, а вольфрамовых — напайкой, аналогично тому, как это делают в прерывателях систем зажигания (см. § 50).

При ремонте обмоток реле и регулятора напряжения наиболее частой неисправностью является обрыв выводных концов, реже облуживание изоляции и витковое замыкание.

Выполнение новой обмотки производят на специальном намоточном станке или на токарном станке с продольной подачей супорта в соответствии с диаметром обмоточного провода. Станок снабжается счетчиком оборотов для определения числа витков, уложенных на сердечник. Намотку выполняют с междуслойной изоляцией из парафинированной бумаги. При выполнении двух или более обмоток на одном сердечнике между обмотками закладывается изоляция из кабельной бумаги. Перед намоткой провода большого сечения тонкую обмотку защищают слоем прессшпана.

При установке вибратора или якорька реле устанавливают воздушные промежутки требуемой величины между сердечником и якорьком или вибратором, а также между контактами.

Реле обратного тока имеет три точки регулирования: величину зазора *A* между якорьком и сердечником, величину зазора *B* между контактами, величину упругости пружины *B*.

В реле ЦБ-4118 и РС-28 трехщеточных генераторов вначале регулируется зазор *A* при замкнутых контактах (рис. 152). Для регулирования зазора необходимо нажать якорек, чтобы контакты замкнулись, и с помощью круглогубцев подогнуть стойку реле 3 так, чтобы величина зазора $A = 0,5 \pm 0,25$ мм. Затем отпускаем якорек, и между контактами появляется зазор *B*. Чтобы установить его величину, равную $0,75 \pm 0,15$ мм, подгибаем огра-

Обмоточные данные автотракторных

Показатели	Г-15	Г-16	Г-20, Г-21 и Г-15Б	Г-25	ГА-27	Г-28
Число полюсов	2	2	2	2	4	2
Число пазов на якоре	14	14	22	22	21	15
Число пластин коллектора	28	28	44	44	41	30
Тип обмотки	Петлевой	Петлевой	Петлевой	Петлевой	Волновой	Петлевой
Шаг обмотки по пазам	7	7	11	11	6	8
Шаг по коллектору	1	1	1	1	21	1
Число секций	28	28	44	44	42*	30
Число витков в секции	6	3	4	4	3	4
Марка провода	ПЭБД	ПЭЛБД	ПБД	ПЭЛБД	ПБД	ПЭЛБД
Диаметр провода по меди (мм)	1,15	1,56	1,16	1,45	1,45 × 2	1,08
Число витков обмотки возбуждения (в катушке)	375	284	314	314	250	101
Суммарное число витков обмотки возбуждения	750	568	628	628	1000	202
Марка провода	ПЭЛ	ПЭЛ	ПЭЛ	ПЭЛ	ПЭ	ПЭЛ
Диаметр провода по меди (мм)	0,83	1,04	0,83	0,83	1,08	1,08
Сопротивление в одной катушке возбуждения (ом)	—	2,0	3,5	3,5	2,0	0,59

* Число секций на одну больше, чем число пластин, так как одна секция

** Прямоугольного сечения.

*** Две параллельные обмотки возбуждения.

Т а б л и ц а 14

генераторов постоянного тока

Г-29	ГЛ-41	Г-52	ГМ-71 и ГМ-71Т	ГБФ-4600	ГБФ-4105	ГБТ-4541, ГБТ-4692 и Г-45	ГАУ-4101 и ГАУ-4684
2	4	4	2	2	2	2	4
15	17	53	14	14	14	14	17
30	33	53	28	28	28	28	33
Петле- вой	Волно- вой	Волно- вой	Петле- вой	Петле- вой	Петле- вой	Петле- вой	Волно- вой
8	5	14	7	7	7	7	5
1	17	28	1	1	1	1	17
30	34*	53	28	28	28	28	34*
4	3	1	5	6	6	6	4
ПЭЛБД	ПБД	МГМ	ПЭБО	ПЭБО	ПЭБО	ПЭБО	ПЭБО
1,16	1,45	2,1×4,4**	1,30	1,16	1,16	1,35	1,35
247	98	499	135	100	100	135	142
494	392	998×2***	270	200	200	270	568
ПЭЛ	ПЭ	ПЭЛ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭЛ	ПЭЛ
0,93	1,16	1,08	1,0	1,16	1,16	1,0	0,93
1,76	0,6	4,8	1,16	0,6	0,6	1,17	1,05

балластная.

ничительный упор 2. Натяжение пружины 1 регулируется путем отгибания в ту или иную сторону упора пружины 4 в точке В так, чтобы замыкание контактов происходило при напряжении 7—8 в.

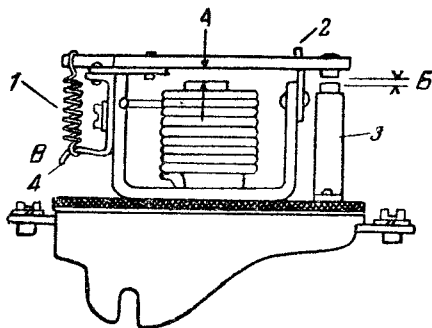


Рис. 152. Места регулировки реле обратного тока РС-28.

При такой регулировке пружины и зазоров величина обратного тока перед размыканием контактов будет в пределах 0,5—3,5 а, при напряжении батареи 6,2—6,6 в.

Реле обратного тока, работающее в схеме с регулятором напряжения, требует более точной регулировки величины напряжения включения и соблюдения температурного режима при регулировании. Это объясняется тем, что в трехщеточных генераторах нет регулирования напряжения, и оно может подняться до большей величины перед замыканием контактов.

Особенное внимание следует уделить регулировке при наличии температурной корректировки.

Реле обратного тока реле-регулятора РРА-44 должно иметь зазор А при замкнутых контактах $1,9 \pm 0,1$ мм, зазор В в разомкнутом состоянии $0,7 \pm 0,1$ мм. Напряжение включения (при температуре 20°) — $13 \pm 0,5$ в и обратный ток в пределах 2—5 а.

Для генераторов Г-15, Г-20, Г-21 и Г-25 реле должно иметь зазор А = $1,25 \div 1,35$ мм, зазор В = $0,5 \pm 0,1$ мм (рис. 153). Напряжение замыкания реле должно соответствовать данным табл. 16.

Для регулирования одноступенчатых регуляторов напряжения имеются две точки, а двухступенчатых регуляторов — четыре точки.

В одноступенчатых регуляторах напряжения и регуляторах тока регулируется только зазор А между вибратором и сердечником и упругость пружины.

В регуляторе РР (рис. 154) для регулирования величины зазора А необходимо освободить винты 1 и переместить упорную пластинку вверх или вниз в зависимости от того, требуется

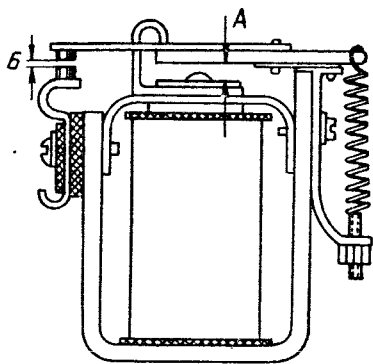


Рис. 153. Места регулировки реле обратного тока в агрегатах РР-12, РР-15, РР-25 и РР-52.

ли увеличить или уменьшить зазор. Для того чтобы пластинка могла перемещаться, отверстия в ней имеют овальную форму.

Упругая верхняя пластинка, удерживающая контакт, входит в проушину упорной планки с зазором.

При замкнутых контактах величина зазора $A = 1,5 \pm 0,1$ мм, а при нажатии якорька до упора в сердечник между контактами образуется зазор $0,3-0,5$ мм, величина которого зависит от положения фибрового упора 3 в планке 2.

Изменение натяжения пружины производится с помощью регулировочной гайки так, чтобы величина напряжения соответствовала табл. 16.

В регуляторах напряжения РРА зазор A регулируется винтом, на котором установлен верхний контакт. Величина зазора $A = 1,9 \pm 0,1$ мм.

Регулирование регулятора напряжения можно производить как при холостом ходе генератора, так и под нагрузкой. В том случае, если регулируется комбинированный регулятор, то производить регулировку его следует при соответствующих значениях нагрузки и числе оборотов якоря генератора, зависящих от его типа.

Вибрационные двухступенчатые регуляторы типа ВР тракторных генераторов типа ГБТ и ГАУ требуют регулировки величины зазора A (рис. 155) между сердечником и якорьком; его величина $0,4 \pm 0,1$ мм. Этот зазор регулируется подгибанием стойки контакта K_1 . Зазор B между якорьком и вертикальной частью магнитопровода должен быть $0,1-0,15$ мм и устанавливается за счет овальных отверстий в пластинке 1 подвески. Зазор между контактами K_3 и K_4 устанавливается путем подгибания стойки контакта K_4 и должен быть $0,2-0,25$ мм.

С помощью регулировочного винта 2 устанавливается упругость пружины так, чтобы при изменении числа оборотов якоря в пределах $1150-2300$ об/мин и токе 10 а напряжение генератора типа ГБТ поддерживалось регулятором в пределах $6-7$ в.

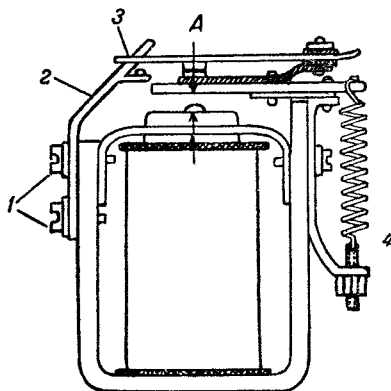


Рис. 154. Места регулировки регулятора напряжения в агрегатах РР-12, РР-15 и РР-25.

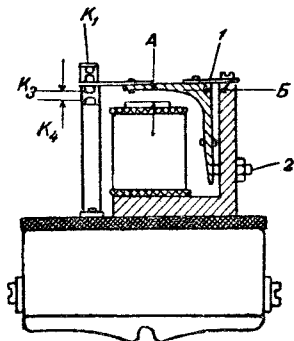


Рис. 155. Места регулировки регулятора напряжения ВР.

Продолжение

Наименование прибора	Какой генератор обслуживает	Обозначение обмотки	Марка провода	Материал провода	Диаметр по металлу (мм)	Число витков	Сопротивление (ом)	На каком тракторе или автомобиле применяется
Реле-регулятор РР-12 завода КАТЭК	Г-20 Г-21	ОРН ВО ОРТ КО НО ОТР ВО	ПЭЛ ПЭЛ ПВД ПЭЛ ПЭЛ ПЭЛ ПВД	Мель Мель Мель Мель Константан Мель	0,41 0,8 1,68 × 2 1,16 0,29 0,35 1,68 × 2	2440 28 39 32 1430 90 18	22,5 0,1 0,01 0,02 18,5 27,0 0,06	ГАЗ-51, ГАЗ-63 и ГАЗ-М20
Реле-регулятор РР-12 завода АТЭ-1	Г-20 Г-21	ОРН ВО ОРТ КО НО ОТР РО	ПЭЛ ПЭЛ ПВД ПЭЛ ПЭЛ ПЭЛ ПЭВОН ПВД	Мель Мель Мель Мель Мель Мель Константан Мель	0,47 1,0 2,26 0,86 0,23 0,3 3,0	1990 50 42 39 1870 50 17	15,5 0,14 0,04 0,05 40,0 21,5 0,01	ГАЗ-51, ГАЗ-63 и ГАЗ-М20
Реле-регулятор РР-15 завода АТЭ-1	Г-14	ОРН ВО ОРТ КО НО ОТР РО	ПЭЛ ПЭЛ ПВД ПЭЛ ПЭЛ ПЭВОН ПВД	Мель Мель Мель Мель Мель Константан Мель	0,47 1,0 1,74 0,86 0,23 0,30 3,0	1990 50 56 39 1870 50 17	15,5 0,14 — 0,05 40,0 21,5 0,01	ЗИС-50, ЗИС-150 и ЗИС-151
Реле-регулятор РР-12А и РР-25	Г-15Б, Г-20, Г-21 и Г-25	ОРН ОРТ НО ОТР РО	ПЭЛ ПВД ПЭЛ ПЭВОН ПВД	Мель Мель Мель Константан Мель	0,47 2,44 0,23 0,3 2,44	1990 42 1870 50 30	15,5 — 40,0 21,5 —	ГАЗ-51, ГАЗ-63 ГАЗ-М20 ЗИС-150, ЗИС и ГАЗ-69 ГАЗ-200 (РР-25)

Продолжение

Наименование прибора	Какой генератор обслуживает	Обозначение обмотки	Марка провода	Материал провода	Диаметр по металлу (мм)	Число витков	Сопротивление (ом)	На каком тракторе или автомобиле применяется
Реле-регулятор РР-52	Г-52	ОРН	ПЭЛ-1	Медь	0,35	2400	27	ЗИС-154 и ЗИС-155
		ОТК	ПЭВОК	Константан	0,35	110	47	
		СО	ПЭЛ-1	Медь	0,8	45	—	
		УО	ПЭЛ-1	Медь	0,25	940	33,5	
		УО	ПЭВОК	Константан	0,25	110	107	
		ОРТ	ПБД	Медь	5,2	0,5	—	
		НО	ПЭЛ-1	Медь	0,35	1700	18	
		ОТКР	ПЭВОК	Константан	0,35	110	58	
Реле-регулятор РР-29	Г-29	РО	ПБД	Медь	5,2	10	—	МЗМА «Москвич» (с 1952 г.)
		ОРН	ПЭЛ	Медь	0,42	756	4,1	
		ВО	ПЭЛ	Медь	0,72	40	—	
		ОРТ	ПЭЛ	Медь	2,44	2,5	—	
		НО	ПЭЛ	Медь	0,35	876	8 ± 0,44	
		ОТКР	ПЭК или ПЭШОК	—	—	—	—	
		РО	ПЭЛ	Константан	0,4	20	4,8	
				Медь	2,44	19,5	—	

Обозначения обмоток: НО — намагничивающая обмотка реле, РО — размагничивающая обмотка реле, ОРН — обмотка регулятора напряжения, ОТКР — обмотка температурной компенсации реле, ОРТ — обмотка регулятора тока, ОТК — обмотка температурной компенсации регулятора, ВО — выравнивающая обмотка, УО — ускоряющая обмотка, УС — ускоряющее сопротивление, ДС — добавочное сопротивление, КО — корректирующая обмотка и СО — согласующая обмотка.

Регулирование двухплечих регуляторов производят с помощью двух вольтметров и одного амперметра. Один вольтметр должен допускать измерение напряжения на зажимах генератора со шкалой 0—20, а другой можно использовать от нагрузочной вилки со шкалой 3—0—3 в. Этот вольтметр включают между зажимами Ш_1 и Ш_2 (рис. 148) и с помощью его достигают одинаковых условий работы двух регуляторов.

При регулировке комбинированного регулятора РР-52 создают нагрузку на генератор 80 а при температуре 20° и числе оборотов якоря 2000 в минуту. Изменением натяжения пружин регуляторов устанавливают напряжение 12,6—13,4 в; при этом увеличение натяжения пружин производят так, чтобы стрелка вольтметра, включенного между зажимами Ш_1 и Ш_2 была на нуле. После произведенной регулировки повышают число оборотов якоря до 3 500, и если напряжение не повысится более чем на 0,3—0,4 в, то регулировку считают законченной.

Регулировка двухплечевого регулятора без второго вольтметра недопустима, так как неизбежна перегрузка одной из пар контактов регулятора, что приведет к быстрому нарушению работы вначале одного из регуляторов, а затем и второго. При прогревом генератора и регулятора величина напряжения на зажимах генератора поддерживается регулятором на 0,4 в ниже, чем в холодном состоянии.

Регуляторы для генераторов типа ГАУ регулируются при изменении числа оборотов 950—2 000 об/мин и нагрузке 15 а.

Регуляторы тока регулируются по наибольшему току нагрузки в соответствии с мощностью генератора. Регулировка производится подобно регулятору напряжения.

Таблица 16

Регулировочные данные для реле-регулятора типа РР-12, РР-12А, РР-12Б, РР-25 и РР-15

Место установки аккумуляторной батареи на автомобиле	Напряжение (в), поддерживаемое регулятором при температуре окружающего воздуха			Напряжение (в) замыкания контактов реле обратного тока при температуре окружающего воздуха		
	ниже 0°	0—25°	выше 25°	ниже 0°	0—25°	выше 25°
Под капотом двигателя	14,5 ± 0,1	14 ± 0,1	13,6 ± 0,1	13 ± 0,5	12,8 ± 0,4	12,6 ± 0,4
Под подножкой или полом кабины	15,5 ± 0,1	14,7 ± 0,1	14 ± 0,1	13,7 ± 0,7	13 ± 0,5	12,7 ± 0,3

В табл. 11, 12 и 13 приводятся основные данные по автотракторным генераторам. В графе таблицы «наибольший ток нагрузки» указывается величина тока, на которую должен быть отрегулирован

регулятор тока для генераторов с вибрационными регуляторами или установлена третья щетка в трехщеточных генераторах для получения от них номинальной мощности.

В табл. 14 приводятся обмоточные данные генераторов, а в табл. 15 данные для реле и реле-регуляторов автогенераторных генераторов.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляют к обработке коллектора при ремонте и как она производится?
2. Объясните последовательность ремонта якоря и обмоток возбуждения генератора постоянного тока.
3. Какие неисправности устраняют при ремонте реле-регуляторов?
4. Объясните порядок регулировки реле-регуляторов, места регулировок и их проведение.

ГЛАВА XXII

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПУСК ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

§ 102. Стартер и требования, предъявляемые к нему. Все современные автомобили имеют электрический пуск двигателя внутреннего сгорания, который осуществляется стартером.

Для пуска карбюраторного двигателя внутреннего сгорания необходимо поворачивать коленчатый вал для всасывания горючей смеси и ее сжатия. Для пуска дизеля необходимо наполнить цилиндр воздухом и быстро сжать его.

Чтобы повернуть коленчатый вал, требуется приложить к нему крутящий момент от 5 до 20 *кгм* (килограммометров). Этот момент называется пусковым моментом. Его величина зависит от рабочего объема всех цилиндров двигателя, числа цилиндров, степени сжатия и температуры двигателя.

Якорь стартера автомобиля развивает момент значительно меньше пускового момента коленчатого вала. Однако поворачивание коленчатого вала обеспечивается благодаря большому передаточному числу между зубчатым венцом маховика и шестерней стартера; например, зубчатый венец на маховике двигателя ГАЗ-51 имеет 148 зубцов, а на шестерне стартера 9 зубцов. Следовательно, на один оборот маховика якорь стартера сделает 16,4 оборота, и величина крутящего момента стартера должна быть меньше пускового момента коленчатого вала в 16,4 раза.

Для пуска двигателя необходимо обеспечить пусковое число оборотов. При батарейном зажигании пусковое число оборотов коленчатого вала равно 30—40 *об/мин*. При зажигании от магнето без ускорителя пусковое число оборотов коленчатого вала зависит от передаточного числа между коленчатым валом и магнето; так, для 4-цилиндровых четырехтактных двигателей оно равно

100—120 об/мин, а для 6-цилиндровых — 60—80 об/мин, так как ротор магнето вращается в 1,5 раза быстрее коленчатого вала.

При наличии ускорителя на магнето пуск двигателя обеспечивается при 30—40 об/мин коленчатого вала.

Пуск дизелей значительно затруднительнее, так как при медленном вращении коленчатого вала сжимаемый воздух не успевает нагреться, чтобы обеспечить воспламенение топлива, впрыснутого в камеру сгорания.

Можно приближенно определить мощность стартера, необходимую для пуска двигателя, из расчета 0,2—0,25 л. с. на 1 л рабочего объема всех цилиндров карбюраторного двигателя или 1,5 л. с. на 1 л для дизелей. Для большей надежности пуска двигателя при низких температурах в современных двигателях принимают повышенную мощность стартера: для карбюраторных двигателей на 1 л рабочего объема 0,25—0,48 л. с. и для дизелей 1,7 л. с. Например, двигатель ГАЗ-51 имеет рабочий объем 3,48 л, мощность стартера при условии пуска холодного двигателя — $0,48 \times 3,48 = 1,7$ л. с.; двигатель ЯАЗ-204 имеет рабочий объем 4,64 л, мощность стартера $1,7 \times 4,64 = 7,888$ л. с.

Передача крутящего момента от якоря стартера к коленчатому валу двигателя требуется только на период пуска. В связи с тем, что эта передача должна иметь большое передаточное число, обычно на маховик двигателя устанавливается зубчатый венец, а для сцепления якоря стартера с зубчатым венцом маховика шестерне якоря дают осевое перемещение вдоль вала.

Перемещение шестерни в различных стартерах осуществляется различными устройствами. В стартерах автомобилей ГАЗ-М20, ГАЗ-51 и «Москвич» шестерня перемещается под действием ноги водителя. В стартерах автомобилей ГАЗ-АА и ЗИС-5 шестерню вводит в зацепление инерционный механизм. В стартерах автомобилей ЗИС-150, ЯАЗ-200 и ЗИМ перемещение шестерни происходит под действием электромагнита (соленоида).

К механизмам привода стартера предъявляют следующие требования.

1. Передача крутящего момента должна происходить только при полном зацеплении зубцов шестерни.

2. Для предупреждения поломки зубцов желательно иметь амортизационное устройство, смягчающее удар между зубцами при трогании маховика с места.

3. После пуска двигателя расцепление должно обеспечивать невозможность перехода якоря из ведущего в ведомое состояние, так как в противном случае якорную обмотку разнесет вследствие большого числа оборотов. Например, если двигатель ГАЗ-51 разовьет только 1000 об/мин, то якорь стартера при передаче между маховиком и стартером 16,4 должен будет делать 16 400 об/мин.

4. Чтобы предотвратить случайное включение стартера при работающем двигателе, желательно иметь устройство, автоматически размыкающее цепь стартера.

От стартера требуется преодолеть пусковой момент на коленчатом валу при трогании с места маховика, стартер должен развивать в начале пуска наибольший крутящий момент. Такими тяговыми свойствами обладает электродвигатель, обмотка возбуждения которого включена последовательно с якорем, т. е. электродвигатель серийного типа (§ 24).

В связи с необходимостью получения большого крутящего момента на валу якоря стартера и низкого напряжения аккумуляторных батарей, применяемых на автомобилях (6, 12 или

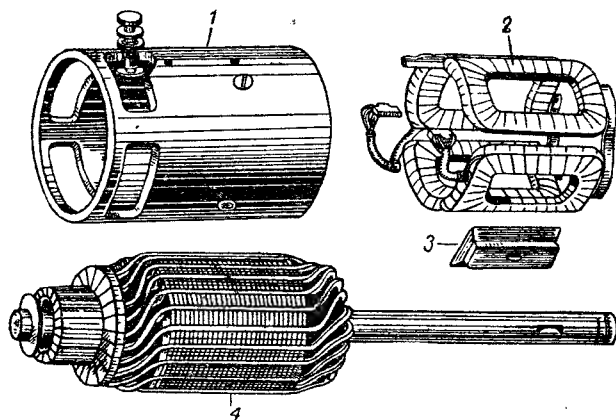


Рис. 156. Детали электрического стартера.

24 в), стартеры снабжаются обмотками очень малого сопротивления. Для этого обмотки возбуждения и якоря выполняются медной шиной и имеют малое число витков; так, в катушке индуктора 5—10 витков, а в секции якорной обмотки — 1 виток.

Для получения большого магнитного потока и большого крутящего момента на валу якоря величина тока доводится до нескольких сотен ампер.

На рис. 156 изображены детали стартера. Корпус 1 стартера изготовлен из мягкой стали подобно корпусу генератора; в корпусе укреплена обмотка 2 с четырьмя полюсами 3. Число полюсов в индукторе стартера увеличено для того, чтобы увеличить крутящий момент. Четыре катушки включаются либо в виде двух параллельных ветвей, либо все четыре катушки последовательно. Однако независимо от включения (параллельное или последовательное) полярность полюсов должна чередоваться и два рядом стоящие полюса должны быть разноименными.

С целью увеличения крутящего момента якоря 4 его обмотка делается волновой, а не петлевой. Для уменьшения электри-

ческого сопротивления цепи стартера его щетки делаются из материала с большой проводимостью, что достигается прибавлением в графит до 80—90% меди.

По конструкции коллектор стартера отличается от коллектора генератора своей массивностью, т. е. пластины имеют большее поперечное сечение, что вызвано большой величиной тока.

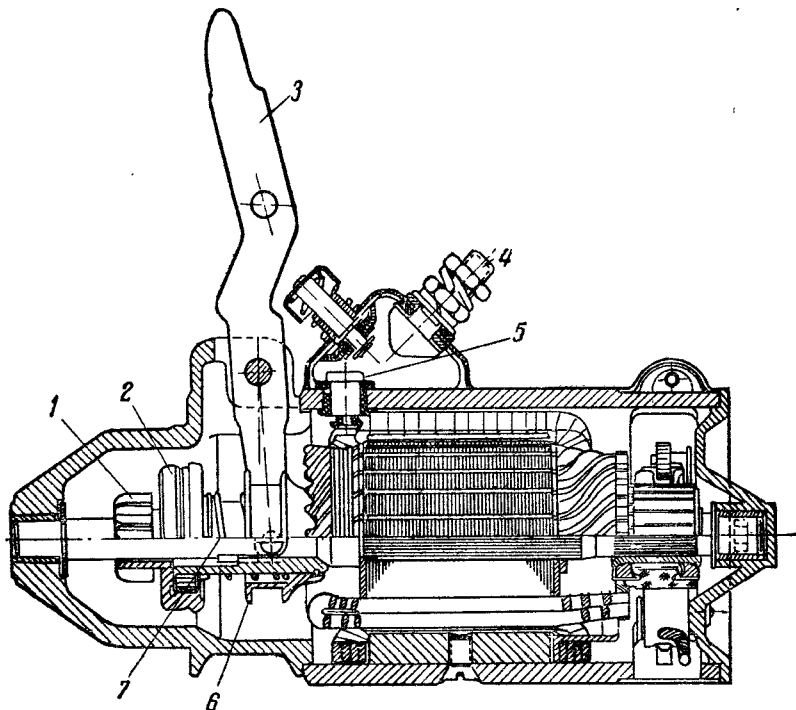


Рис. 157. Стартер СТ-28 в разрезе.

Изоляцию между пластинами коллектора стартера не углубляют, чтобы изношенный материал щеток не застрял в углублениях и не замкнул пластин.

§ 103. Стартер СТ-28. На автомобиле МЗМА устанавливается стартер СТ-28 мощностью 0,6 л. с. при номинальном напряжении 6 в и емкости аккумуляторной батареи 65 а-ч (рис. 157). Стартер имеет механизм привода с муфтой холостого хода 2. При нажатии педали стартера усилие ноги передается двуплечему рычагу 3. Нижний конец рычага имеет вид вилки с двумя роликами, которые входят в кольцо 6.

Усилие от вилки передается через кольцо 6 пружине 7, втулке, полужестко (на шлицах) соединенной с валом якоря. Усилие, воспринятое втулкой, вызовет перемещение шестерни 1 вдоль

оси якоря, и последняя войдет в зацепление с зубчатым венцом маховика. Для того чтобы обеспечить попадание зубцов во впадины зубчатого венца, шестерня 1 и венец имеют зубцы закругленной формы и несколько скошенные с торца.

После того как произойдет полное зацепление зубчаток, пружина 7 будет сжиматься, и верхняя часть двухплечего рычага 3 замкнет контакты 5 и 4. Стартер включится через зажим 4 с зажимом аккумуляторной батареи. Ток от зажима аккумуляторной батареи поступит через «массу», щетки и обмотки якоря в обмотку возбуждения, и крутящий момент передастся через муфту холостого хода коленчатому валу.

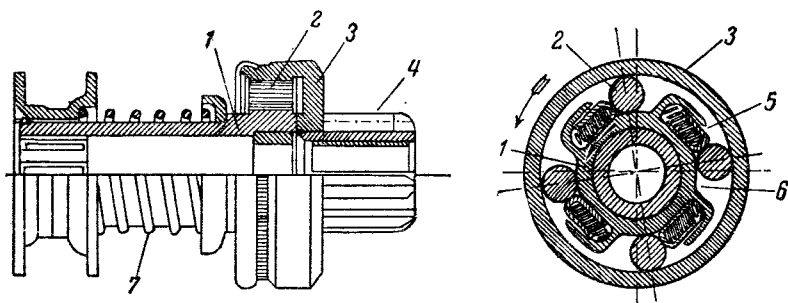


Рис. 158. Муфта холостого хода стартеров СТ-8, СТ-15, СТ-20 и СТ-28.

В том случае, когда зубец шестерни стартера упрется в зубец венца маховика и зацепление шестерен не произойдет, кольцо 6, перемещаясь под действием двухплечего рычага, сожмет пружину 7 настолько, что контакты 4 и 5 замкнутся. В обмотках стартера появится ток, в связи с чем якорь начнет вращаться, зубец шестерни переместится и под действием силы пружины 7 шестерня 1 войдет в зацепление с зубчатым венцом маховика.

После пуска двигателя до момента прекращения действия ноги на педаль шестерня 1 остается в зацеплении с зубчатым венцом и приобретает число оборотов значительно большее, чем имеет вал якоря, т. е. якорь не переходит из ведущего в ведомое состояние. Достигается это тем, что в работу вступает муфта холостого хода (рис. 158). Устройство ее следующее. Втулка 1 заканчивается фигурным флянцем 6 с четырьмя выступами. В каждом выступе помещается по одному толкателю 5 с пружиной. Под действием пружин толкатели надавливают на ролики 2, лежащие на наклонных поверхностях фигурного флянца. Кольцо 3 жестко связано с шестерней 4.

В том случае, когда передается крутящий момент от якоря флянцу 6, происходит заклинивание роликов 2 между кольцом 3 и флянцем 6, и усилие передается от стартера к маховику. Как только двигатель заведется, зубчатый венец маховика из ведомого состояния перейдет в ведущее, шестерня 4 передаст усилие

кольцу 3. При этом ролики, преодолевая упругость пружин толкателей, переместятся в сторону вращения и произойдет расклинивание, вследствие чего втулка 1 и якорь стартера не перейдут в ведомое состояние. По прекращении давления на педаль стартера двулучный рычаг под действием возвратной пружины отойдет в первоначальное положение, шестерня выйдет из зацепления с венцом маховика, контакты разомкнутся, и стартер выключится.

В конце 1951 г. стартеры стали выпускать с улучшенной муфтой холостого хода (рис. 159). Она конструктивно отличается от вышерассмотренной тем, что фигурный флянец 3, в котором поме-

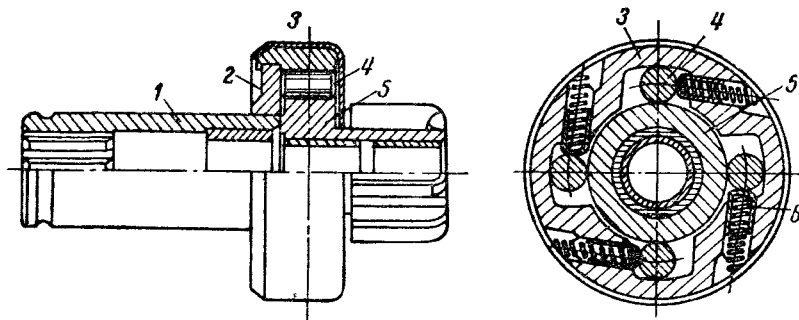


Рис. 159. Муфта холостого хода улучшенного типа.

щаются толкатели 6, охватывает ведомую втулку 5, и качение ролика 4 происходит по меньшей окружности, благодаря чему число оборотов роликов при вступлении в действие муфты холостого хода значительно меньше, чем при прежней конструкции. В результате чего нагревание муфты уменьшается, смазка из нее не выбрасывается и заедание муфты менее вероятно.

В улучшенной муфте холостого хода ведущая втулка 1, флянец 2 и фигурная втулка 3 представляют одну деталь.

§ 104. Стартеры СТ-8 и СТ-20. На автомобилях ГАЗ-51 и ГАЗ-63 устанавливают стартер СТ-8; на автомобиле ГАЗ-М20 — СТ-20. Стартеры этого типа развивают мощность 1,8 л. с. при номинальном напряжении 12 в и емкости аккумуляторной батареи 80 а-ч. Включение шестерен принудительное, механическое — ногою водителя. Стартеры имеют муфту холостого хода.

На рис. 160 изображен стартер СТ-8 в разрезе. Зажим 1 включателя соединяется с обмоткой возбуждения стартера, а зажим 2 с зажимом — аккумуляторной батареи. Включатель ВК-14 не только включает стартер в цепь батареи, но и блокирует вариатор (рис. 58), который при пуске двигателя не только не нужен, но и ухудшал бы пуск двигателя.

Включатель ВК-14 (рис. 161) имеет четыре неподвижных контакта 1, 2, 4 и 7 и два подвижных диска 3 и 5. Оба диска изолированы от «массы» и установлены на подвижном штоке 6.

Для правильной работы стартера в нем предусмотрены следующие регулировки.

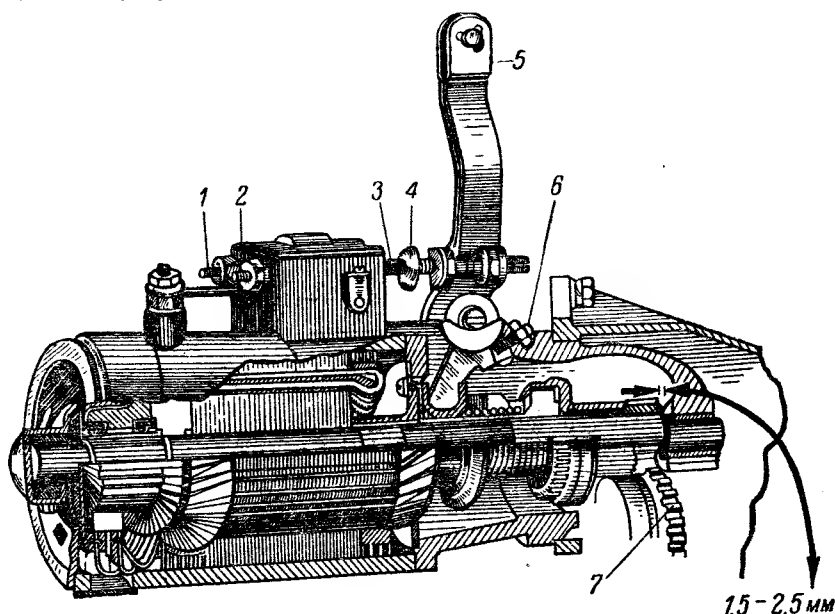


Рис. 160. Стартер СТ-8 в разрезе и места регулировок.

1. Винтом упора 6 (рис. 160) регулируется положение шестерни так, чтобы при нажатии на двуплечий рычаг до отказа шестерня не доходила до втулки подшипника на 1,5—2,5 мм и шток 3, перемещаясь, замыкал контакты.

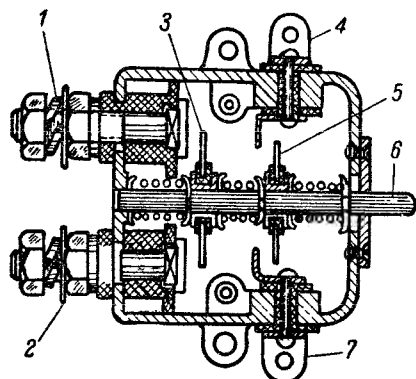


Рис. 161. Включатель ВК-14 стартеров СТ-8 и СТ-20.

2. Зажимы 4 и 7 (рис. 161) должны замыкаться диском 5 одновременно с зажимами 1, 2 или немного раньше.

3. Момент замыкания контактов регулируют перемещением регулирующего упора 4 (рис. 160), предварительно ослабив контргайки. Регулировка считается законченной, если включение зажимов 1 и 2 происходит, когда шестерня не доходит до подшипника на 1,5—

2,5 мм. При этом штифт 3 должен допускать дополнительно перемещение на 1 мм и более.

§ 105. Стартеры типа МАФ. На автомобилях ГАЗ-67, ГАЗ-ММ и ГАЗ-М1 устанавливается стартер МАФ-4006 (рис. 162, а) и на автомобилях ЗИС-5, Урал-ЗИС и ЯГ-4 стартер МАФ-4007 (рис. 162, б).

Электрическая схема стартеров МАФ-4006 и МАФ-4007 и обмоточные данные ничем не различаются между собою; раз-

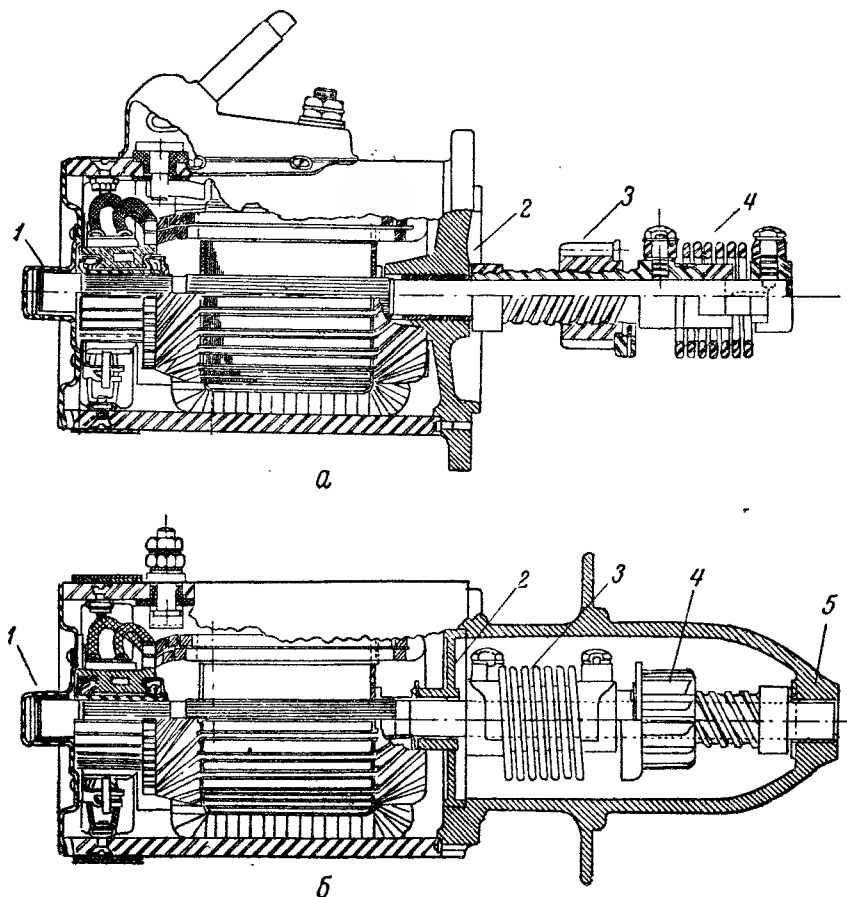


Рис. 162. Стартеры МАФ-4006 (а) и МАФ-4007 (б) в разрезе.

личие имеется только в устройстве механизма привода, числе опорных подшипников вала якоря и расположении включателя. Стартеры типа МАФ снабжаются инерционным механизмом привода, автоматически вводящим шестерню в зацепление в период пуска двигателя и автоматически расцепляющимся после того, как двигатель заведется. На рис. 163 изображен механизм привода стартера МАФ-4006. Рассмотрим его устройство и действие.

На вал якоря 1 надета втулка 6 с трехзаходной винтовой нарезкой. На валу закреплено шпонкой и стопором 3 кольцо 2. Втулка 6 через болт 5 связана пружиной 4 с кольцом 2. На винте находится шестерня 7 с внутренней трехзаходной нарезкой. На шестерне имеется грузик 10 и фиксатор 11. При включении стартера в цепь батарей якорь быстро повернется (по стрелке); усилие от вала якоря передается через кольцо 2 и пружину 4 втулке 6 и трехзаходному винту. Так как грузик 10 на шестерне будет препятствовать ее вращению, то винт будет перемещать шестерню 7 к зубчатому венцу 9 и, как только произойдет полное зацепление, шестерня 7 упрется в кольцо 8, ограничивающее дальнейшее осевое перемещение шестерни по винтовой нарезке. До начала вращения маховика пружина 4 плотнее обвивает втулку 6, т. е. пружина работает на закручивание, и удар зубчаток смягчается.

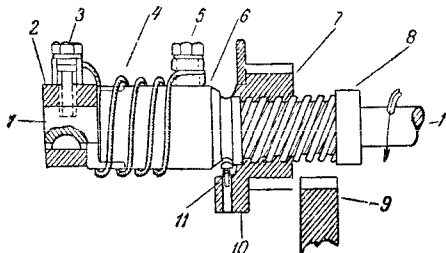


Рис. 163. Механизм привода стартеров типа МАФ с инерционным вводом шестерни в зацепление.

После того как двигатель заведется, зубчатый венец маховика будет передавать усилие шестерне 7, т. е. шестерня из ведущего состояния переходит в ведомое. Она получает большее число оборотов, чем вал якоря, и, двигаясь по трехзаходному винту, выйдет из зацепления с зубчатым венцом.

Для предупреждения произвольного перемещения шестерни по винту от сотрясения служит специальное устройство, называемое фиксатором. Фиксатор состоит из пружинящего штифта 11, который входит в кольцевую заточку на втулке 6.

В стартере МАФ-4006 (рис. 162, а) в период пуска двигателя шестерня 3 приближается к подшипнику 2, и вал якоря в связи с этим испытывает меньшее изгибающее усилие. Вал якоря имеет правое вращение, если смотреть со стороны привода. Нарезка на трехзаходном винте левая, и витки амортизационной пружины 4 навиты влево. Включатель установлен на корпусе стартера.

В стартере МАФ-4007 (рис. 162, б) в период пуска шестерня 4 перемещается по винту к подшипнику 5, так как нарезка на винте правая; в связи с этим и пружина 3 имеет правую навивку витков, а не левую. Из рис. 162, б видим, что вал якоря имеет три опоры 1, 2, 5 в виде бронзо-графитовых втулок, а не две 1 и 2 (рис. 162, а). На автомобилях ЗИС-8, ЗИС-16 и ЗИС-21 электрооборудование работает при напряжении 12, а не 6 в, поэтому четыре катушки индуктора включены между собою последовательно.

§ 106. Стартер СТ-15. На двигателе ЗИС-120, устанавливаемом на автомобилях ЗИС-50, ЗИС-150, ЗИС-151 и ЗИС-155, применяется стартер СТ-15 с дистанционным управлением.

При нажатии пусковой кнопки (рис. 164) замыкаются контакты 1, 2, 3, обмотка реле включения с зажимами 4 и 5 включается в цепь аккумуляторной батареи и одновременно происходит блокирование вариатора контактом 2. Ток в обмотку реле включения поступает так: от зажима + батареи по «массе» в щетку + генератора, якорь, щетку —, зажим Я, зажим 5, обмотку

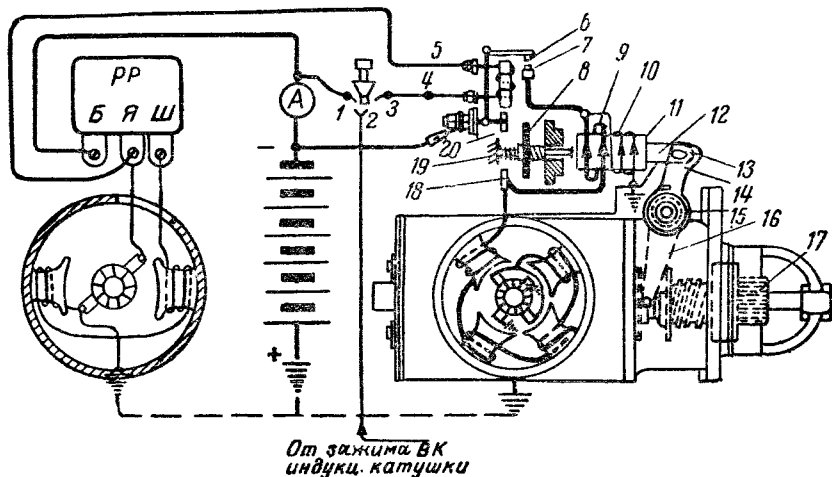


Рис. 164. Схема стартера СТ-15 и его включение в цепь аккумуляторной батареи и генератора.

реле включения, зажим 4, контакты 3, 1 и через амперметр к зажиму — батареи.

Под действием магнитного поля сердечника реле включения контакты 6 и 7 замкнутся, и реле привода вступит в действие. Появится ток в обмотках 9 и 10. Направление тока следующее: от зажима + батареи по «массе» ток поступит в обмотку 11 и через замкнутые контакты 7 и 6 в зажим 20 и к зажиму — батареи. Одновременно от зажима + батареи ток по «массе» поступает в щетки стартера, в обмотку индуктора, обмотку 9 реле привода и через замкнутые контакты 6 и 7 и зажим 20 к зажиму — батареи. Наличие тока в обмотках 9 и 10 реле привода обеспечат втягивание стального сердечника 11, который связан с двуплечим рычагом 16. Перемещение двуплечего рычага вызовет осевое перемещение шестерни 17, а ее попадание будет обеспечено тем, что якорь вращается, так как в обмотках стартера ток достигает 45—55 а. Как только произойдет полное зацепление шестерен, сердечник реле привода нажмет на толкатель (рис. 164), контакты

18 и 20 замкнутся диском 8, обмотка 9 замкнется накоротко, ток в обмотках якоря и индуктора достигнет наибольшей величины (400—600 а), коленчатый вал двигателя начнет поворачиваться, и как только двигатель заведется, в действие вступит муфта холостого хода.

При работе двигателя на малых оборотах генератор возбуждается, в якоре возникнет э. д. с., направленная навстречу э. д. с. батареи, и в обмотке реле включения ток уменьшится, контакты 6 и 7 разомкнутся, прервется ток в обмотке 10, и под действием

Реле включения

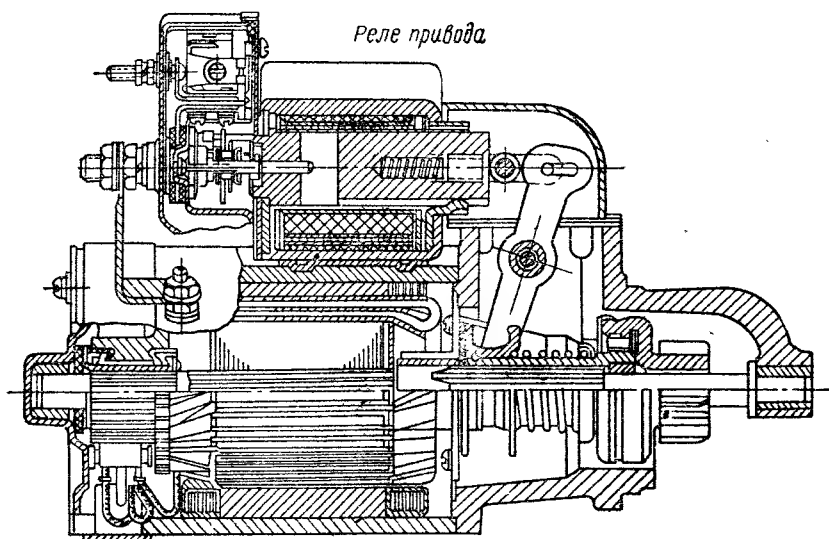


Рис. 165. Стартер СТ-15 в разрезе.

возвратной пружины 15 двулучий рычаг 16 выведет шестерню из зацепления с венцом маховика.

Из рассмотренной работы реле привода мы установили, что втягивание сердечника производили последовательная обмотка 9 и параллельная обмотка 10, но, когда контакты 20 и 18 замкнули накоротко обмотку 9, сердечник 11 оставался во втянутом положении, т. е. он удерживался параллельной обмоткой 10. Поэтому обмотку 10 называют удерживающей, обмотку 9 — втягивающей.

Когда аккумуляторная батарея сильно разряжена, при нажатии пусковой кнопки произойдет ввод шестерни в зацепление, но якорь не сможет повернуть коленчатый вал и пустить двигатель. Подобное явление можно наблюдать и при попытке пуска двигателя зимой без предварительного подогрева. В этих случаях немедленно следует отпустить кнопку стартера, контакты 6 и 7 реле включения разомкнутся, но контакты 20 и 18 останутся еще

замкнутыми и во втягивающей обмотке 9 появится ток, направленный из удерживающей обмотки 10. В связи с тем, что число витков обмоток 9 и 10 примерно равное, но ток в них имеет противоположное направление, сила электромагнита будет близка к нулю и тогда пружина 19 оттолкнет сердечник, и шпилька 13 переместится до упора в овальное отверстие 14. При этом разомкнутся контакты 20 и 18, магнитное поле обмоток исчезнет, в обмотках прервется ток, и возвратная пружина выведет шестерню из зацепления. Для регулировки момента замыкания контактов 18 и 20 стержень 12 ввернут в сердечник 11 не до упора.

В рассмотренном случае, если бы овальное отверстие 14 было круглым, то даже при выключении пусковой кнопки шестерни оставались в сцепленном состоянии, так как момент, создаваемый током, с силой прижимал зубья шестерен и для преодоления силы трения между ними усилие возвратной пружины 15 оказалось бы недостаточным для расцепления шестерен. В результате чего контакты 19 и 20 оставались бы в замкнутом состоянии, аккумуляторная батарея полностью разрядилась бы, а изоляция обмоток стартера сгорела вследствие длительного действия тока большой величины.

Рассматривая схему стартера СТ-15, мы встретились с дистанционным управлением. В устройстве дистанционного управления к пусковой кнопке подводится ток малой величины, а не весь ток питания стартера. Действие кнопки передается на расстояние посредством реле сцепления, которое вводит шестерню в зацепление и включает ток стартера. Применение дистанционного управления в стартерах позволяет питать реле включения через генератор, благодаря чему не только автоматизируется выключение стартера после пуска двигателя, но также становится невозможным случайное включение стартера при работающем двигателе. При работе двигателя с малым числом оборотов (до замыкания контактов реле обратного тока) и нажатой кнопке обмотка реле включения находится под действием двух встречных э. д. с., и замыкание контактов 6 и 7 невозможно.

При работе двигателя на средних оборотах и выше контакты реле обратного тока замкнуты и обмотка реле включения замкнута накоротко (при замкнутых контактах 1 и 3).

Дистанционное управление аналогично рассмотренному имеют стартеры СТ-10 на автомобиле ЗИС-110 и СТ-20Б на автомобиле ЗИМ.

В стартере СТ-10 электрическая схема отличается от стартера СТ-15 только включением катушек обмотки возбуждения (параллельно-последовательное, как в стартере МАФ-4006). В устройстве привода стартера СТ-10 имеется зубчатый понижающий редуктор с передаточным числом 2,2.

Стартер СТ-20Б по схеме и устройству аналогичен стартеру СТ-15.

§ 107. Стартер СТ-25. На автомобиле ЯАЗ-200 и МАЗ-200 для пуска двигателей устанавливается стартер СТ-25 мощностью 8 л. с. при номинальном напряжении 24 в.

Все потребители и источники электроэнергии на автомобиле рассчитаны на номинальное напряжение 12 в, а для стартера выбрано напряжение 24 в. Объясняется это тем, что при большой мощности стартера невыгодно применять напряжение 12 в, так как ток был бы в два раза больше и потребовалось бы увеличить сечение всех проводников, а также увеличились бы потери между щетками и коллектором.

Стартер СТ-25, как и стартер СТ-15, снабжен реле привода (рис. 166), но реле включения не имеет. Включение стартера СТ-25 осуществляется переключателем ВК-25, который производит не только включение стартера, но и переключение двух аккумуляторных батарей с параллельного на последовательное соединение.

Работа переключателя протекает следующим образом. При нажатии кнопки стержень переместится вниз, и пластинка 25 разомкнет контакты 24 и 23, 12 и 13 и замкнет контакты 22 и 20. При этом диск 10 замкнет контакты 9 и 11 и зажим — батареи 15 замкнется с зажимом + батареи 8. Ток поступит от зажима + батареи 15 через «массу», плавкий предохранитель 21, контакты 22 и 20 в зажим РС (обозначен на корпусе переключателя) и по проводу в зажим 3. Здесь одна часть тока (малая) направится в удерживающую обмотку УО, зажим 2, провод, зажим 7 к зажиму — батареи 8, а другая часть тока (большая) направится через втягивающую обмотку ВО, обмотки возбуждения и якорь через зажим 7 к зажиму — батареи 8. Под действием магнитного поля, созданного ампер-витками обмоток УО и ВО, сердечник 1 втянется, и двуплечий рычаг введет шестерню в зацепление с зубчатым венцом. Как только шестерня войдет в зацепление, сердечник 1 нажмет на толкатель, и диск 5 замкнет контакты 4 и 6. Втягивающая обмотка ВО замкнется накоротко, ток в обмотках возбуждения и якоря увеличится, крутящий момент возрастет, и двигатель заведется. По прекращении нажатия на пусковую кнопку диск 10 разомкнет контакты 9 и 11, а пластинка 25 позволит замкнуться контактам 24 и 23, 12 и 13.

Вследствие размыкания контактов 9 и 11 цепь тока в стартере прервется, и магнитное поле, создаваемое ампер-витками обмотки УО, исчезнет. Сердечник 1 отойдет под действием пружины двуплечего рычага, и контакты 4—6 разомкнутся.

Замыкание контактов 24 и 23 соединяет зажим + батареи 8 через предохранитель 21 с «массой», т. е. с зажимом + батареи 15 и щеткой + генератора 18.

Замыкание контактов 12 и 13 соединяет зажим — батареи 8 через амперметр 16 и предохранитель 14 с зажимом — батареи 15, которая через амперметр 17 соединена с зажимом В реле-регулиру-

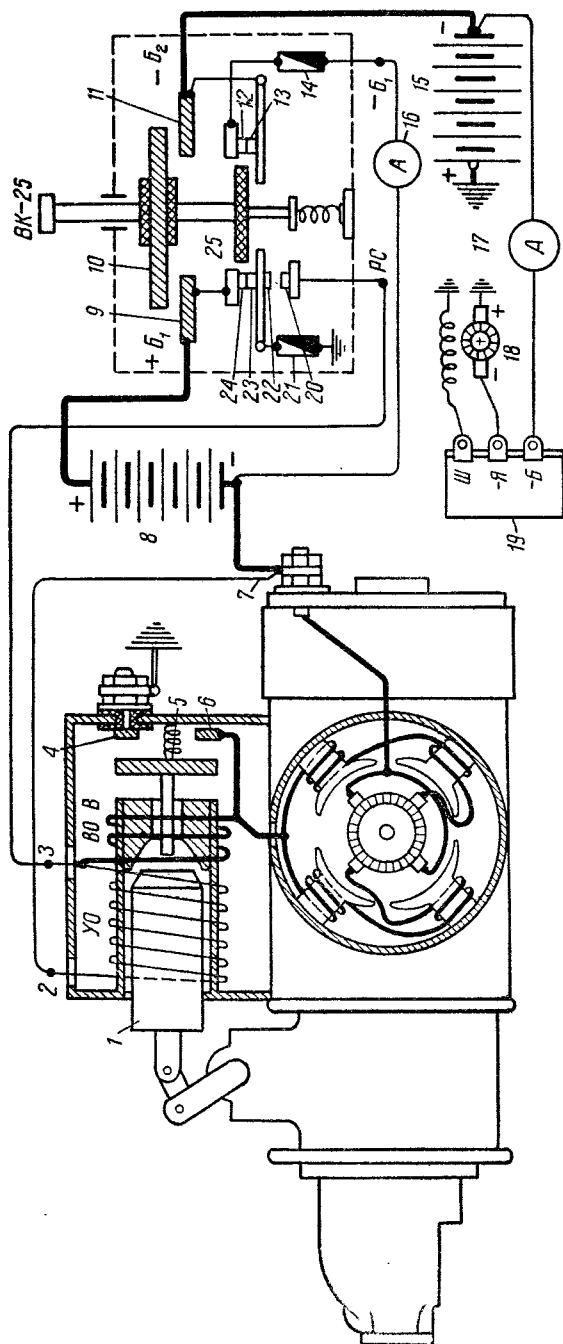


Рис. 166. Схема стартера СТ-25 и его переключателя ВК-25.

тора 19. Таким образом, при работающем двигателе амперметр 17 показывает общий зарядный ток двух батарей, а амперметр 16 — зарядный ток батареи 8.

При перегорании предохранителя 21 стартер включаться переключателем не будет, а при работающем двигателе будет заряжаться только одна аккумуляторная батарея 15. В случае перегорания предохранителя 14 пуск двигателя стартером возможен, но при работе двигателя аккумуляторная батарея 8 заряжаться не будет.

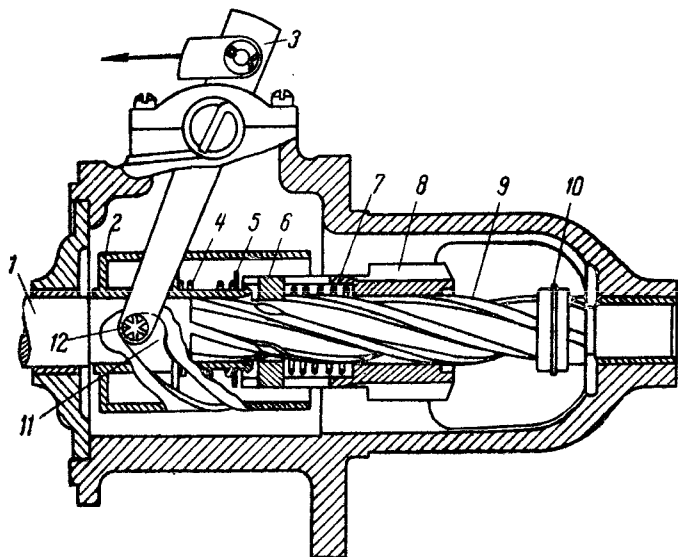


Рис. 167. Механизм привода стартеров СТ-25, СТ-26 и СТ-30.

В стартере СТ-25 механизм привода имеет следующее устройство (рис. 167). При втягивании сердечника реле привода двуплечий рычаг 3 передает усилие через ролик 12 стакану 2 и перемещает его по валу якоря 1 вправо. При движении стакана шайба 5 упирается в тело шестерни 7, пружина 4 сжимается, и стакан нажимает на гайку 6. Последняя выходит из углублений в шлицах вала якоря, и шестерня 8 перемещается по спиральным шлицам 9 до упорного кольца 10.

Осевое перемещение шестерни с одновременным ее поворотом обеспечивает попадание зубца во впадину между зубцами венца маховика. Если же зубец шестерни упрется в зубец венца, то стакан, продолжая двигать гайку 6, повернет шестерню, и зацепление будет достигнуто. Для возможности продвижения гайки в пазах шестерни и ее поворота внутри сделаны прорезы, ширина которых значительно больше ширины шлицов.

После того как двигатель заведется, а кнопка стартера еще не отпущена, зубчатый венец передает усилие шестерни 8, и шестерня, вращаясь относительно вала якоря, получит осевое перемещение влево. Одновременно и стакан 2 переместится влево, пропуская ролик 12 по спиральному вырезу. Гайка 6 войдет в углубления на шлицах, и шестерня будет зафиксирована на валу якоря, т. е. возможность произвольного перемещения шестерни будет устранена. При выключении тока в стартере двуплечий рычаг пружиной возвращается в первоначальное положение, и ролик 12 проходит по спиральному вырезу в уступ 11.

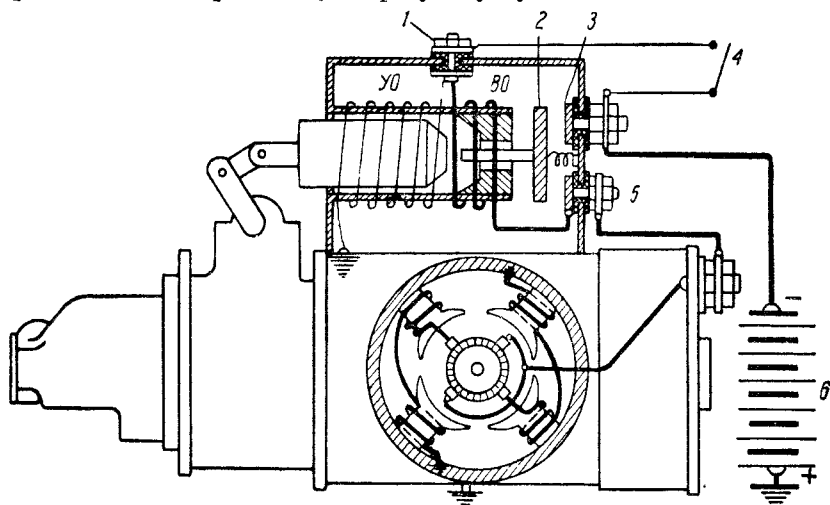


Рис. 168. Схема стартера СТ-30.

На автобусах ЗИС-154 устанавливается стартер СТ-30 мощностью 4 л. с. при номинальном напряжении 12 в. Конструкция стартера аналогична стартеру СТ-25. Электрическая схема отлична тем, что начало двух обмоток возбуждения и удерживающей обмотки УО соединено с «массой» (рис. 168). При нажатии кнопки 4 ток от аккумуляторной батареи 6 поступает по «массе» и двум параллельным цепям: через удерживающую обмотку УО, зажим 1, кнопку стартера 4 к зажиму — аккумуляторной батареи и одновременно от «массы» в обмотки возбуждения стартера, щетки и якорь к клемме 5, втягивающую обмотку ВО, зажим 1 и через кнопку стартера к зажиму — аккумуляторной батареи 6. Под действием магнитного поля обмоток УО и ВО сердечник втянется, и шестерня стартера войдет в зацепление с зубчатым венцом маховика. При этом медный диск 2 замкнет контакты 3 и 5, в результате чего стартер оказывается включенным к зажиму — аккумуляторной батареи помимо обмотки ВО, ток в обмотках возбуждения и якоря достигнет наибольшей величины и стартер

Характеристика автомо

Показатели	СТ-8	СТ-10	СТ-15	СТ-20
Установлен на автомобиле	ГАЗ-51, ГАЗ-63	ЗИС-110	ЗИС-50 ЗИС-150, ЗИС-151, ЗИС-155	ГАЗ-М20 ГАЗ-69
Номинальная мощность в л. с.	1,8	1,2	1,8	1,7
Работает от батареи:				
емкостью (а-ч)	84	135	98	54
напряжением (в) ..	12	6	12	12
Марки батарей	3-СТ-84 (2 батареи)	3-СТ-135	3-СТ-98 (2 батареи)	6-СТ-54
Тип механизма привода ..	Роликовый	Роликовый	Роликовый	Роликовый
Управление стартером ...	Непосред- ственное	Дистан- ционное	Дистанци- онное	Непосред- ственное
Ток холостого хода (а) ..	75	80	90	75
при напряжении (в) .	12	5,5	12	12
Число оборотов якоря (об/мин)	4500	2500	4300	5000
Ток при полном торможе- нии якоря (а)	600	750	600	600
при напряжении (в) .	8	5	8	8
Наибольший крутящий мо- мент (кг.м)	2,6	3,75	2,6	2,6
Давление пружины на щет- ку (кг)	0,9—1,3	0,9—1,3	0,9—1,3	0,9—1,3
Число зубцов на шестерне стартера	9	10	11	9
Модуль	2,5—2	2,5	3	2,5—2
Число зубцов на венце ма- ховика	148	144	141	130
Напряжение замыкания ре- ле включения (в)	Нет	3,8—4,3	6,0—7,6	Нет
Напряжение размыкания реле включения (в) ...	Нет	1,5—3,0	3,0—5,5	Нет
Марка щеток	МГС	МГС	МГС	МГС

Таблица 17

Бильных стартеров

СП-23	СТ-25	СТ-28	СТ-30	МАФ-31	СП-40	МАФ-4006 МАФ-4007
ЗИС-101	ЯАЗ-200	МЗМА	ЗИС-154	ЗИС-8 ЗИС-21	ГАЗ-11-40	ГАЗ-67, ГАЗ-АА, ГАЗ-М1, ЗИС-5, ЯГ-6, ЯС-3
1,0	8	0,6	4	2	0,8	0,8
112	135	60	270	126	84	70
6	24	6	12	12	6	6
3-СТ-112	3-СТ-135 (4 батареи)	3-СТ-60	3-СТ-135	6-СТ-126	3-СТ-84	3-СТ-70
Ролико- вый	Рычажный	Ролико- вый	Рычаж- ный	Инерци- онный	Ролико- вый	Инерцион- ный
Дистан- ционное	Дистан- ционное	Непосред- ственное	Дистанци- онное	Непосред- ственное	Дистанци- онное	Непосред- ственное
80	80	65	100	40	90	80
6	24	6	12	12	5,5	6
3500	7000	4500	4000	4500	3500	2700
600	1100	500	1000	500	600	600
4	9,5	3,5	7	9	3	4
1,8	8,5	1,2	6	2,7	1,8	4
0,9—1,3	1—1,8	0,7—0,9	1—1,8	0,9—1,3	0,9—1,3	0,9—1,3
9	11	9	11	11	9	10 у ГАЗ, 11 у ЗИС
2,5—2	4,25	2,5	4,25	3,175—2,54	2,5—2	3,175—2,54
159	104	114	104	135	148	112 у ГАЗ 135 у ЗИС
Нет	Нет	Нет	—	Нет	3,8—4,3	Нет
Нет	Нет	Нет	—		1,5—3,0	
МГ	МГС-5	МГС	МГ-4	МГ	МГ	МГ

будет поворачивать коленчатый вал двигателя. После пуска двигателя шестерня якоря выйдет из зацепления, и якорь будет вращаться без нагрузки до момента выключения кнопки стартера. Если двигатель не завелся и отпустить кнопку, то обмотки УО и ВО окажутся включенными последовательно между собою. Однако поле обмотки УО будет ослаблено полем обмотки ВО. Последует размыкание контактов 3 и 5 с диском 2 и пружина двухплечего рычага отведет нажимной стакан 2 в исходное положение. Шестерня же останется в зацеплении с зубчатым венцом маховика (рис. 167).

Контрольные вопросы

1. Почему в стартерах применяют обмотку возбуждения, последовательно включенную в цепь якоря и аккумуляторной батареи?
2. От чего зависит величина крутящего момента, необходимого для вращения коленчатого вала при пуске двигателя?
3. Чем вызвана необходимость в большом передаточном числе привода стартера?
4. Как приблизительно определить требуемую мощность стартера для данного двигателя внутреннего сгорания?
5. Почему в стартерах стремятся иметь наименьшее сопротивление обмоток и щеток?
6. Объясните устройство стартера автомобиля «Москвич».
7. Объясните устройство стартера автомобилей ГАЗ-51, ГАЗ-63, ГАЗ-69 и ГАЗ-М20.
8. Объясните устройство стартера автомобилей ГАЗ-67, ГАЗ-ММ и ЗИС-5.
9. Объясните устройство и действие стартера СТ-15 и где он устанавливается.
10. Объясните устройство и действие стартеров СТ-25 и СТ-30 и где они устанавливаются.

ГЛАВА XXIII

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТАРТЕРОВ, ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗА ИХ СОСТОЯНИЕМ И РЕМОНТ СТАРТЕРОВ

§ 108. Уход за стартерами. При эксплуатации электрического пускового устройства не следует забывать, что его работоспособность зависит не только от состояния стартера, но и от состояния аккумуляторной батареи и мест соединения проводов с агрегатами. В зимних условиях действие пускового устройства значительно затрудняется большим сопротивлением прокручиванию вала двигателя внутреннего сгорания и пониженной емкостью аккумуляторной батареи. В этих условиях рекомендуется перед пуском карбюраторного двигателя провернуть рукояткой коленчатый вал, а при необходимости и воспользоваться устройством для подогрева.

При температуре воздуха ниже 0° в целях сохранения аккумуляторной батареи и стартера рекомендуется производить пуск холодного двигателя рукояткой.

Стартер необходимо ежедневно очищать от пыли и грязи и после 1000 км пробега автомобиля проверить состояние аккумуляторной батареи и мест соединения провода со стартером и штырем батареи, а также соединение ее с «массой» автомобиля.

После 3000 км пробега автомобиля необходимо снять пылезащитную ленту, осмотреть коллектор и в случае его загрязнения протереть. Однако затрудненный доступ к стартеру вызывает необходимость в его демонтаже с двигателя, так как при загрязнении коллектора возникает необходимость очистки также и щеток.

При хорошем состоянии коллектора и щеток все же следует продуть сжатым воздухом внутреннюю полость стартера.

Через 5000—6000 км пробега рекомендуется снять стартер с двигателя и, кроме очистки коллектора, щеток и внутренней полости стартера, произвести проверку длины щеток и силы пружин щеткодержателей (табл. 17). Длина щеток должна быть не менее 60% первоначальной. Щетки должны хорошо прилегать к коллектору. Коллектор не должен иметь черных пятен, т. е. выжженных мест.

В стартерах, подшипники которых имеют масленки, последние заполняют жидким маслом: трансформаторным, кастором 10-процентным или турбинным марки Т; допустимо также применение картерного масла из двигателя.

При отсутствии масленок подшипники из пористой бронзы пропитывают в нагретом до 100—120° масле путем погружения крышек, которые перед погружением тщательно очищают от пыли. При наличии у якоря трех опор средняя опора смазывается при разборке стартера.

Вал якоря и механизм привода после промывки бензином просушивают и смазывают жидким маслом.

Через 10 000—12 000 км пробега рекомендуется, кроме изложенного выше, проверить состояние контактов включателя, реле включения и реле привода.

При установке защитной ленты на место следует обратить внимание на плотность прилегания ее к корпусу, то же следует и в отношении пылезащитного уплотнения включателя стартера и реле.

В целях сохранения длительной работоспособности муфты свободного хода стартера следует немедленно освобождать пусковую педаль, как только двигатель заведется, иначе ролики муфты при своем пробуксовывании вызовут нагрев, и смазка будет выбрасываться. При отсутствии смазки может произойти их заклинивание, и якорь окажется в ведомом состоянии. В результате чего происходит выкидывание обмотки из пазов якоря, и стартер приходит в негодное состояние.

§ 109. Неисправности стартеров и их выявление. В электрических стартерах в процессе эксплуатации возникает ряд неисправностей.

Ухудшение электрического контакта между щетками и коллектором происходит при попадании смазки на коллектор и щетки, либо вследствие сильного износа щеток, либо при потере упругости пружин щеткодержателя или их изломе. При плохом контакте между щеткой и токопроводящим канатиком пружина проводит большой ток, под действием которого она нагревается и теряет свою упругость; при этом вторая щетка перегружается током, искрение под ней усиливается и поверхность пластин коллектора разрушается. Это в свою очередь способствует быстрому износу щеток. При правильной эксплуатации стартера щетки заменяют после пробега 100 000 км.

Разрушение коллектора происходит и в случае записания щетки в щеткодержателе. Причиной чему бывает чаще всего несвоевременная очистка коллектора, щеток и внутренней полости стартера, а также неплотное прилегание пылезащитной ленты.

При исправном состоянии якоря, коллектора и щеток повышенное сопротивление в цепи стартера может быть вызвано окислением рабочих поверхностей контактов выключателя, ослаблением резьбовых соединений клемм или болтов крепления стартера к двигателю, или установкой прокладки между стартером и картером маховика. Для выявления места плохого контакта поступают так: 1) убеждаются в хорошем состоянии аккумуляторной батареи; 2) проверяют затяжку всех клемм; 3) проверяют состояние электрического контакта с помощью вольтметра. Проверку производят по падению напряжения на местах соединения и самом стартере при прокручивании им двигателя.

Напряжение на зажимах аккумуляторной батареи должно быть под нагрузкой не менее 5 или 10 в в зависимости от номинального напряжения электрооборудования, т. е. 6 или 12 в. Напряжение между клеммой стартера, соединенной с проводом аккумуляторной батареи и «массой», должно быть 5,5 и 10,5 в. Если падение напряжения больше 0,5 в, то проверяют его величину на отдельных участках цепи: на выключателе стартера оно не должно превышать 0,1 в; между штырем + аккумуляторной батареи и «массой» стартера не более 0,2 в; между штырем и клеммой стартера не более 0,3 в (падение напряжения в проводе и зажиме). Иногда с этой целью включают контрольную лампу, однако накал спирали заметным может быть только при большом падении напряжения, т. е. при сильном окислении контактов или обрыве цепи на испытуемом участке.

Проверку состояния контактов реле привода производят вольтметром, соединяя его с клеммами 20 и 18 стартера СТ-15 (рис. 164), или 4 и 6 стартера СТ-25 (рис. 166), или 3 и 5 стартера СТ-30 (рис. 168). В стартере СТ-8 и СТ-20 соединяют с клеммами 1 и 2 (рис. 161).

В случае отказа в работе реле включения стартера СТ-15 или СТ-20Б следует проверить действие пусковой кнопки, сое-

динив вольтметр с клеммами 5 и 4 (рис. 164). При нажатии пусковой кнопки показание вольтметра должно быть близким к напряжению аккумуляторной батареи. Если все же реле включения не обеспечивает пуск стартера, то следует проверить состояние щеток генератора, так как реле включения стартера СТ-15 питается от аккумуляторной батареи через якорь и щетки генератора.

В стартерах с инерционным вводом шестерни в зацепление (тип МАФ) при употреблении густой смазки на трехзаходном винте, или загрязнении его, или при чрезмерной упругости пружины фиксатора шестерни, при включении тока якорь вращается, но шестерня не входит в зацепление с зубчатым венцом маховика.

В случае поломки пружины инерционного механизма привода стартер включается, но якорь не вращает вал двигателя. В этих механизмах иногда бывает заедание шестерни на резьбе и после пуска двигателя появляется сильное гудение стартера, так как якорь приходит в ведомое состояние. Чтобы сохранить стартер, следует немедленно заглушить двигатель и устранить неисправность.

Если стартер СТ-25 не включается, то прежде всего необходимо проверить исправность предохранителя 21 (рис. 166), а затем исправность провода между клеммами 3 и РС и его соединение.

В случае обрыва провода в удерживающей обмотке в стартере СТ-15 при нажатой пусковой кнопке реле привода вводит шестерню в зацепление, но как только втягивающая обмотка замыкается накоротко диском 8, магнитное поле, действующее на сердечник 11, исчезает, и пружина 15 поворачивает двуплечий рычаг в исходное положение. Затем шестерня вновь вводится и т. д. Подобное явление наблюдается и в стартерах СТ-25, СТ-26 и СТ-30, с той лишь разницей, что шестерня остается в зацеплении с зубчатым венцом маховичка, а перемещается рычаг 3 и стакан 2 (рис. 167).

При поломке возвратной пружины двуплечего рычага в стартерах СТ-10, СТ-15 и СТ-20Б после пуска двигателя слышно гудение, так как шестерня привода стартера осталась в зацепленном состоянии.

При поломке роликов на двуплечем рычаге стартер включается, но вращение коленчатому валу не передается, так как шестерня не вводится в зацепление.

Если при включении стартера слышен шум шестерни привода, то причиной может служить неправильная регулировка момента замыкания контактов, или сильный износ торцевой части зубьев венца маховика.

§ 110. Оборудование для проверки стартеров. Проверить состояние стартера можно, не снимая его с двигателя, но этот способ не всегда позволяет установить точно место неисправности, а также соответствие характеристики стартера техническим

условиям. Простейшая проверка производится путем пуска стартером непрогретого двигателя, температура которого не ниже 0° . Исправный стартер должен поворачивать коленчатый вал, сообщая ему 20—30 об/мин, при условии, что проводка и клеммы цепи стартера в надлежащем состоянии.

Для более точной проверки стартера между клеммой и проводом включают пунт амперметра, допускающий ток до 1000 а. По величине тока определяют состояние стартера в режиме холостого хода и под нагрузкой. Однако проверка стартера с инерционным включением механизма привода в режиме холостого хода невозможна без демонтажа стартера с двигателя. Кроме того, для проверки стартера на холостом ходу требуется знать

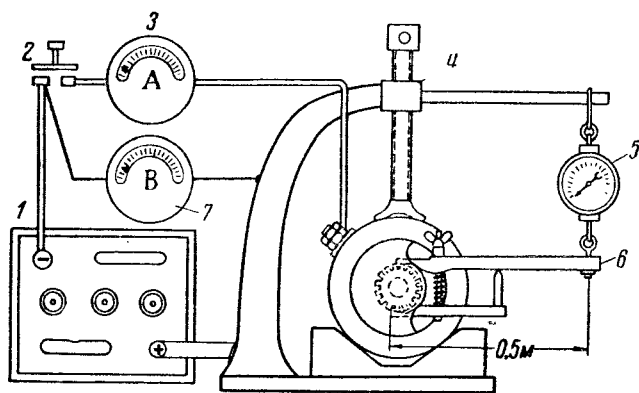


Рис. 169. Схема установки для проверки стартеров.

не только величину тока, но и число оборотов якоря, в связи с чем демонтаж является необходимым.

После ремонта стартера, при котором производилась замена щеток, или проточка коллектора, а тем более после ремонта обмоток, кроме указанной проверки, необходимо испытать стартер на величину крутящего момента на валу якоря. Для указанных проверок стартеров в условиях мастерской применяется испытательная установка (рис. 169), состоящая из зажимного приспособления 4, аккумуляторной батареи 1, пружинного динамометра 5, рычага динамометра 6, измерительных приборов — вольтметра 7 и амперметра 3 и выключателя 2. Приборы имеют следующие характеристики: динамометр для измерения сил до 10 кг; амперметр магнитоэлектрического типа с пунтами для измерения токов до 100 и 1200 а и вольтметр магнитоэлектрического типа со шкалой до 15 в.

Наибольший крутящий момент на валу якоря определяется произведением силы (в кг) на длину рычага (в м) и измеряется в килограммометрах (кгм), при этом замечают показания ампер-

метра и полученные результаты сверяют с данными табл. 17. Длительность испытания при неподвижном якоре должна быть возможно малой и не превышать 5 секунд. Необходимо также учитывать, что величина крутящего момента зависит от состояния заряда аккумуляторной батареи и ее номинальной емкости. Это объясняется тем, что в случае применения аккумуляторной батареи в частично разреженном состоянии или батареи меньшей номинальной емкости величина напряжения на зажимах стартера в период испытания его понижается, ток будет меньше величины, указанной в табл. 17, а следовательно, и величина крутящего момента будет меньше. Если при испытании окажется, что при соответствующем напряжении величина крутящего момента и величина тока меньше, чем это указано в таблице, то следует обратить внимание на места пайки обмотки к пластинам коллектора, качество подгонки щеток, качество контакта между канатиком и щеткой, качество пайки канатиков к обмотке возбуждения, упругость пружин щеткодержателей, а также на состояние клемм.

В том случае, когда в обмотке якоря или обмотке возбуждения имеется витковое замыкание, величина тока будет больше, а крутящий момент меньше, чем это указано в табл. 17.

Испытание стартера в режиме холостого хода позволяет определить качество сборки, так как при наличии перекоса втулок подшипников или тугой посадки втулок на шейки вала величина тока будет больше, а число оборотов якоря меньше. При этом испытании убеждаются «на слух» в отсутствии задевания якоря за полюсные наконечники или «петушков» пластин коллектора за гибкие канатики и катушки индуктора. Кроме того, убеждаются в отсутствии искрения между щетками и коллектором, наличие которого при хорошей подгонке щеток может иметь место при биеении коллектора или неисправной обмотке якоря.

Определение неисправностей в обмотках якоря и индуктора стартера производят на приборе ППЯ, описание которого приведено в § 98.

При стендовых испытаниях проверяют также сборку, регулировку и работу реле включения и реле привода стартера.

Реле включения проверяют по напряжению замыкания, величина которого для стартеров номинального напряжения 6 в должна быть в пределах 3,8—4,3 в и стартеров номинального напряжения 12 в в пределах 6—7,6 в. При этом проверяют и напряжение размыкания — для первых оно должно быть 1,5—3 в и для вторых 3—5,5 в.

§ 111. Ремонт стартеров. Электрическая часть стартеров и генераторов имеет много общего, и в данном параграфе рассматриваются некоторые особенности ремонта.

Сердечник якоря стартера имеет пазы открытого типа, в которые укладываются только два проводника. Каждая секция якоря

ной обмотки состоит из одного витка, изготовленного из медного проводника прямоугольного сечения. Проводник не имеет поверхностной изоляции, в связи с чем в пазы закладывается листовой литероид или прессшпан. Проводники между собою изолируют узкой полоской из указанного материала.

Чтобы предотвратить выбрасывание проводников из пазов якоря при его вращении, проводники закрепляют либо бандажками из стальной проволоки, либо заклинивают их в пазах чеканкой металла.

Перемотку производят в случае межсекционного замыкания или замыкания обмотки на «массу». Для удаления с сердечника якоря волновой обмотки, выполненной медной шиной, необходимо вначале удалить бандажки, если таковые имеются, затем отпаять конец каждой секции от «петушков» пластин коллектора и поднять из пазов одну сторону секций. После чего отпаивают начало каждой секции и поднимают из пазов вторую сторону секций. При такой разборке снятые секции не теряют правильной формы, что облегчит их укладку на место. После удаления обмотки и старой изоляции в пазы закладывается новая изоляция, и обмотка укладывается в обратном порядке. Перед заделкой концов секций в пластины коллектора следует убедиться в отсутствии межсекционного замыкания. После пайки и бандажировки якорь пропитывают лаком № 318 и после полного высыхания лака проверяют качество изоляции при напряжении 220 в в течение 5 секунд.

Обмотка возбуждения стартеров выполняется из медной шины, которая свертывается в спираль вместе с полоской из прессшпана или литероида. Ширина полоски изоляции равна ширине медной шины. Число витков в каждой катушке в зависимости от типа стартера бывает в пределах от 5 до 10 (табл. 18). После намотки такой катушки производят ее оплетку тесьмой из хлопчатобумажной ткани, придают ей нужную форму под прессом и пропитывают лаком. При разборке и сборке индуктора стартера используется то же оборудование, что и для генераторов. Места соединения катушек между собою, а также медных канатиков, соединяющих щетки, требуют надежной пайки, так как стартер работает при больших токах и величина переходного сопротивления имеет большое значение.

При ремонте стартеров выявляют неисправности механизма привода и управления им. В механизмах инерционного типа в случае необходимости заменяют пружину, передающую крутящий момент шестерне, устраняют задиры на резьбе и закрепляют расшатавшийся грузик на шестерне. Ремонт муфт свободного хода в основном заключается в замене втулки скольжения, роликов и пружин толкателей. Восстановление изношенных поверхностей, где ролики заклиниваются при рабочем положении, требует специального оборудования.

При ремонте реле привода стартера наиболее частой неисправностью является подгорание контактов, включающих рабочий ток стартера. Рабочие поверхности контактов при незначительном повреждении зачищают стеклянной бумагой, а при наличии глубоких раковин зачистку делают шлифным напильником так, чтобы контакты имели наибольшую поверхность соприкосновения.

Т а б л и ц а 18

Обмоточные данные стартеров

Показатели	МАФ-4006 и 4007 ПСЛ-23	СТ-8, СТ-20, СТ-15	СТ-25	СТ-26	СТ-28	СТ-30
Число полюсов . .	4	4	4	4	4	4
Число пазов на якоре	23	23	27	27	23	27
Число пластин коллектора . . .	23	23	27	27	23	27
Шаг по пазам . .	1—7	1—7	1—7	1—8	1—7	1—7
Шаг по коллек- тору	1—13	1—13	1—13	1—14	1—12	1—13
Размер провода (мм)	2,5 × 4,2	2,5 × 4,2	2,6 × 5,5	3,5 × 6,4	2 × 4,5	2 × 4,5
Число витков в одной катушке индуктора	5,5	5,5	10	2 по 8 2 по 7,5	2 по 4,5 2 по 5 витков	2 по 4,5 2 по 5
Марка провода . .	МГМ	МГМ	МГМ	МГМ	МГМ	МГМ
Размер провода .	1,8 × 6,9	1,8 × 6,9	1,68 × 9,3	2 × 12	2 × 5,5	3,5 × 9,3
Включение кату- шек	По 2 по- следова- тельно	Все по- следова- тельно	По 2 по- следова- тельно	По 2 по- следова- тельно	По 2 по- следова- тельно	По 2 по- следова- тельно

После ремонта стартера необходимо произвести согласование момента замыкания контактов включателя стартера с положением шестерни. В стартерах СТ-8 и СТ-20 регулировка производится согласно § 104, в стартерах СТ-20Б и СТ-15 регулирование достигается путем ввертывания или вывертывания винта 12 (рис. 164), передающего усилие от сердечника 11 к двуплечему рычагу 16. Правильное положение винта определяется так: нажимают до отказа сердечник 11, что соответствует втянутому состоянию и проверяют величину зазора между торцом шестерни 17 и шайбой, он должен быть в пределах 0,5—1,5 мм. Если зазор больше, то следует вынуть шплинт и ось из соединительной серьги и ввернуть винт на один оборот, после чего поставить на место ось и проверить величину зазора.

Таблица 19

Обмоточные данные реле стартеров

Тип реле	Назначение реле	На каком стартере установлено	Назначение обмотки	Марка провода	Диаметр по меди (мм)	Число витков	Сопротивление (ом)
РС-6	Реле включения	СТ-15 {	Намагничивающая	ПЭЛ	0,29	700	40
	Реле привода		Удерживающая	ПЭЛ	1,16	132	1,1
			Втягивающая	ПБД	2,26	126	0,12
РС-9*	Реле включения	СТ-20Б {	Намагничивающая	ПЭЛ	0,19	1500	—
	Реле привода		Удерживающая	ПЭЛ	0,86	145	—
			Втягивающая	ПЭЛ	1,95	138	—
РС-25	Реле привода	СТ-25 {	Удерживающая	ПЭЛ	0,55	300	4,1
			Втягивающая	ПЭЛ	1,12	474	1,2
РС-26	Реле привода	СТ-26 {	Удерживающая	ПЭЛ	0,55	300	4
			Втягивающая	ПЭЛ	1,12	474	1,2
ВК-30	Электромагнитный включатель	СТ-26	Намагничивающая	ПЭЛ	1,3	500	1
СТ-30	Реле привода	СТ-30 {	Удерживающая	ПЭЛ	0,93	150	0,67
			Втягивающая	ПЭЛ	1,56	210	0,25

Контрольные вопросы

1. В чем состоит техническое обслуживание электрического пускового устройства и сроки его проведения?
2. Какие неисправности могут иметь место в электрическом пусковом устройстве и как они выявляются?
3. Какое оборудование применяют для контроля за состоянием стартеров и как им пользуются?
4. По каким показателям определяют состояние стартера?
5. Как производится перемотка якоря при наличии волновой обмотки, выполненной медной шиной?
6. Как производится регулировка механизма управления приводом стартера?

* Устанавливается на более поздних выпусках.

ГЛАВА XXIV

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АРМАТУРА ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

§ 112. Источники света. Высокая производительность и наилучшее использование автотракторного парка в значительной мере зависят от состояния источников света на данных машинах. От состояния источников света зависит и качество полевых работ и безаварийная работа. На современных автомобилях насчитывается до двух десятков источников света силою от одной до 50 свечей. Основным источником являются главные фары.

При работе трактора на транспорте к фарам предъявляются те же требования, что и к фарам автомобилей.

1. Устройство фар должно допускать уменьшение силы света и большого наклона луча света при встрече с транспортом.

2. Освещенность пути должна обеспечить хорошую видимость при данной скорости движения машины.

3. Освещенность пути должна быть равномерной, не давать контрастов и не утомлять зрение водителя.

Изобретение русского самоучки механика И. П. Кулибина (1779 г.) находит до сего времени широкое применение там, где необходимо иметь направленное действие света. И. П. Кулибиным был изобретен и изготовлен «умножитель света», т. е. отражатель, или рефлектор. Электрическое освещение многим обязано изобретателю первой лампы накаливания А. Н. Лодыгину (1873 г.), начавшему свою трудовую деятельность молотобойцем, а затем слесарем. А. Н. Лодыгин, повышая свои знания в университете, пришел к изобретению, за которое был удостоен ломоносовской премии.

Совершенствование отражателя, созданного И. П. Кулибиным, стало возможно благодаря остроумному методу выдающегося электротехника В. Н. Чиколева, предложившего фотографирование для определения качества отражателя.

Главная фара состоит из следующих основных элементов: лампы накаливания с одной или двумя спиралями, отражателя, рассеивателя света и корпуса фары.

Лампы выпускаются для напряжения 6 и 12 в. Спираль лампы изготавливается из тугоплавкого металла вольфрама, так как она накаливается до 2500°. Чтобы она длительно работала, из стеклянной колбы удаляют воздух, а затем ее наполняют смесью инертных газов (96% аргона и 4% азота). Такие лампы, в отличие от пустотных, называются газонаполненными.

В газонаполненных лампах испарение вольфрама с поверхности спирали значительно меньше, чем в пустотных, и это позволяет повысить температуру спирали, благодаря чему получают большую светоотдачу на один ватт затраченной электрической энергии.

Автомобильные лампы силою света 1; 1,5 и 2 свечи делаются пустотными, а лампы более 3 свечей — газонаполненными.

Для удлинения срока службы спирали лампы из стеклянной колбы удаляют кислород и пары воды с помощью фосфора или бария, закладываемых внутрь лампы при ее изготовлении. При сгорании этих веществ внутри колбы происходит соединение фосфора или бария с кислородом, оставшимся после откачки, и на внутренней поверхности стекла оседает слабый дымчатый налет. Его наличие не говорит о негодности лампы.

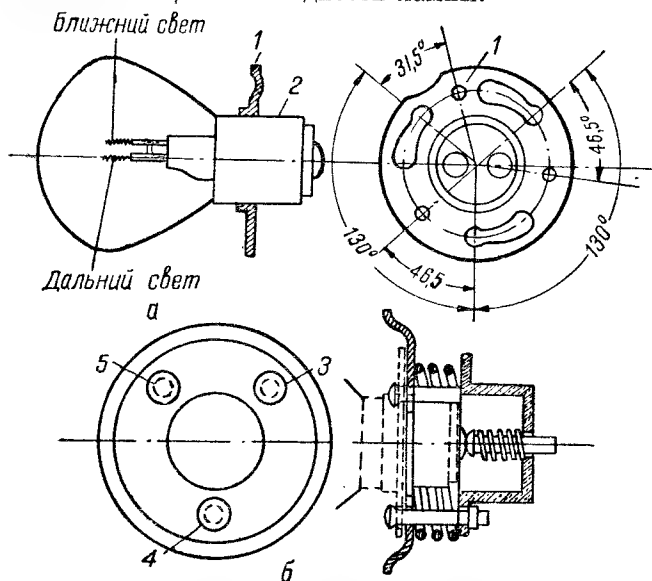


Рис. 170. Автомобильная лампа накаливания с двумя спиралями (а) и ее крепление в арматуре (б).

При одной и той же мощности лампы спираль при напряжении 6 в делается из проволоки большего диаметра и короче, чем при напряжении 12 в. В связи с этим лампы для напряжения 6 в лучше выдерживают сотрясения, и короткая спираль лучше размещается и фокусируется в отражателе.

В настоящее время широкое применение находят лампы с двумя спиралями, заключенными в один стеклянный баллон (рис. 170). Спирали дают различную силу света и устанавливаются в лампе различно. Спираль большей мощности устанавливается на геометрической оси отражателя, а спираль меньшей мощности — выше оси (рис. 170, а). Спираль большей мощности предназначена для дальнего освещения и применяется при загородной езде, а спираль меньшей мощности дает ближнее освещение, что необходимо при встрече с транспортом и движении автомобиля в черте города.

Цоколи ламп изготовляют одноконтakтными и двухконтakтными. Они бывают двух типов: со штифтами для введения в прорезь гнезда (типа «сван») и флянцевые. В автомобилях широко применяется флянцевый патрон или оптический элемент.

На рис. 170, а изображена двухспиральная лампа с цоколем 2, на котором укреплен флянец 1. Отверстия 3, 4, 5 во флянце расположены так, что лампу можно вставить в отражатель только в определенном положении. Флянцевый патрон надежнее крепит лампу в отражателе и ее положение не нарушается от сотрясения.

При изготовлении лампы напайка флянца на цоколь позволяет правильно расположить спираль лампы, благодаря чему лампа не требует фокусировки при установке ее в отражатель.

Отражатель в фаре необходим для того, чтобы световой поток, даваемый лампой, направить в нужном направлении. Материалом для отражателя в фарах является латунь. Из нее легко можно получить нужную форму, она легко шлифуется и полируется, но легко окисляется и плохо отражает синие лучи, поэтому приходится ее покрывать серебром. Однако зеркальная поверхность отражателя, покрытого серебром, очень легко царапается и от паров серы темнеет. Это заставляет быть особенно аккуратным при смене перегоревшей лампы и всемерно избегать касания зеркальной поверхности рукою. В случае потемнения отражательной поверхности, т. е. при появлении желтого и тем более коричневого цвета, рефлектор можно протереть чистой ватой, смоченной в нашатырном спирте. После очистки необходима тщательная промывка водой с последующей протиркой спиртом. Потускнение можно устранить полировкой замшей с ламповой копотью, разведенной в спирте.

В фарах прежних выпусков отражатель хромировался. Отражательная способность хрома 60—65%, а серебра 90—93%. Хромированный отражатель не так легко повреждается при протирке вследствие большой твердости хрома.

В настоящее время налажено производство оптических элементов для фар. Они встречаются двух типов.

1. В виде лампы-фары, представляющей собою большую двухспиральную лампу с отражателем из стекла и передним стеклом-рассеивателем, сваренных в одно целое. Так как доступа воздуха внутрь лампы-фары нет и она заполнена инертным газом, то возможность окисления зеркальной поверхности отражателя исключается. Это позволило делать отражательный слой из алюминия, который наносится на поверхность стекла в вакууме путем испарения металла.

2. В виде оптического элемента со сменным рассеивателем и двухспиральной лампой. Оптические элементы, выпускаемые с конца 1952 г., имеют стальной отражатель с зеркальной поверхностью, покрытой алюминием. Отражатель имеет отверстие, позволяющее производить смену лампы, не снимая рассеивателя. Это

позволило обеспечить хорошую герметизацию оптического элемента и сохранить отражательные качества рефлектора. Для более устойчивого положения лампы в отражателе нового образца увеличен диаметр цоколя лампы с 15 мм до 18 мм и диаметр флянца с 30 мм до 42,5 мм. Для возможности использования ламп с цоколем 2Ф-30 предусмотрен переходной флянец. При необходимости замены разбитого рассеивателя следует отогнуть зубцы, расположенные по наружному диаметру отражателя, и после установки нового рассеивателя подогнуть зубцы. Подгибать следует на специальном приспособлении или плоскогубцами, в последнем случае подгибают диаметрально противоположные зубцы, а не

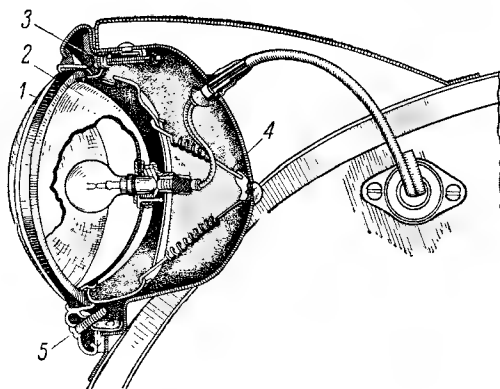


Рис. 171. Автомобильная фара типа ФГ-2.

обеспечиваться хорошая видимость дали и сохраняться освещенность обочины дороги.

Рассеивание светового потока достигается за счет изготовления внутренней поверхности стекла с призмами и линзами. Располагаются призмы так, чтобы верхняя часть стекла давала сильное рассеивание и не вызывала ослепления водителей встречного транспорта. Горизонтальный угол рассеивания равен $18-22^\circ$, а вертикальный — $6-8^\circ$.

Благодаря отражателю луч света так сосредоточен в центральной части рассеивателя, что имеет силу от 6000 до 16 000 свечей при лампе 50 свечей.

Отражатель с рассеивателем или оптический элемент устанавливаются в корпусе фары. Устройство корпуса должно быть таким, чтобы отражателю можно было придать нужное положение при установке фар.

На рис. 171 изображена фара автомобиля ГАЗ-51. Рассеиватель 1 скреплен с отражателем 2. В центре фары имеются три пружины 4 (на рисунке видны две). Пружины удерживают обойму с закрепленным в ней элементом. Винт 5 закрепляет ободок фары.

подряд. В связи с тем, что отражатель изготовлен из стали, следует обращать внимание на целостность наружной окраски и поврежденные места покрывать лаком, чтобы не допустить появления ржавчины.

Стекло фары, так называемый рассеиватель, необходимо для правильного распределения светового потока по освещаемой части дороги. При выключении дальнего света должна

С помощью двух винтов 3 (одного сверху и другого сбоку) можно придать элементу нужное положение. Верхний винт служит для вертикальной наводки света фары, а боковой — для горизонтальной. Для установки фар в правильное положение относительно автомобиля необходимо иметь экран (переносного типа или на стене здания) и площадку, на которой должен поместиться автомобиль.

Экран должен иметь разметку для установки центров световых пятен фар. На рис. 172 показаны три вертикальные линии 1, 0, 2, которые наносят на экраны. Осовая линия 0

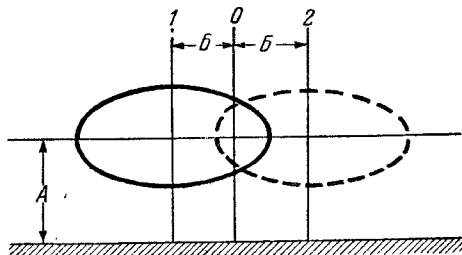


Рис. 172. Разметка экрана для установки фар.

должна пересекаться с продольной осью автомобиля. Расстояние B зависит от расстояния между центрами фар и диаметра рассеивателя (табл. 20).

Таблица 20

Данные для установки фар

Марка автомобиля	Расстояние от фар до экрана (см)	А Высота горизонтальной линии на экране (см)	Б Расстояние от осевой до боковой линии (см)
ГАЗ-АА	760	100	38
ГАЗ-М-1	750	90	43
ГАЗ-М20	760	79	62,5
ГАЗ-51	750	85	60
ГАЗ-63	750	100	60
ГАЗ-67	750	88	42,5
ЗИС-5	500	100	50
ЗМА «Москвич»	750	61	34
ЗИМ	750	80,5	72,5
ЗИС-110	1000	90	50
ЗИС-150	1000	82	50

Горизонтальная линия на экране наносится на высоте A от уровня площадки и зависит от высоты центра фар от земли.

При наводке фар автомобиль устанавливают на площадке так, чтобы от фар до экрана было расстояние, указанное в табл. 20, и продольная осевая линия автомобиля пересекалась с линией 0. Затем наводят свет левой фары на пересечение линии 1, а правой фары — на пересечение линии 2 с горизонтальной линией; при этом должен быть включен дальний свет.

При отсутствии данных на установку фар по высоте поступают так: если автомобиль установлен на площадке и от фар до экрана 10 м, то горизонтальную линию следует расположить на экране на высоте на 10 см меньше расстояния от земли до центра фары. Если до экрана 7,5 м, то следует вычесть 7,5 см.

Наружное освещение автомобиля, кроме дальнего и ближнего света, имеет ряд менее сильных источников. При стоянке автомобиля или при его движении по хорошо освещенным улицам применяется габаритный свет. Лампы габаритного переднего освещения либо устанавливаются в главных фарах в верхней части

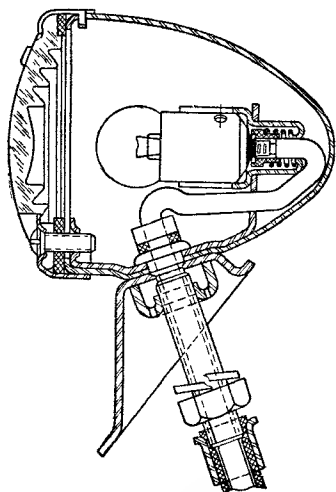


Рис. 173. Габаритный фонарь типа ПФ-3 для грузовых автомобилей.

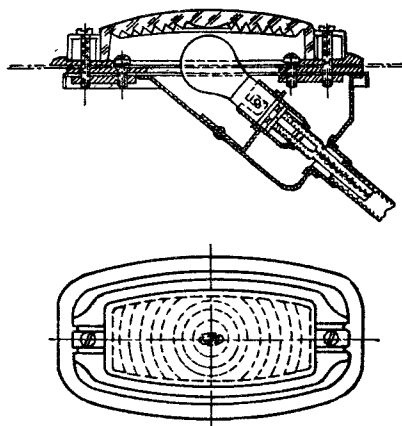


Рис. 174. Габаритный фонарь типа ПФ-2 для легкового автомобиля ГАЗ-М20.

отражателя, либо в специальных малых фарах без отражателя, устанавливаемых у грузовых машин на передних крыльях (рис. 173). На легковых автомобилях габаритные фары устанавливают на передних и задних крыльях (рис. 174). Они объединяют в себе не только габаритное освещение, но и световую сигнализацию при повороте. В этом случае устанавливают двухспиральные лампы в 6 и 21 свечу. Спираль малой силы света (6 свечей) включается для габаритного освещения, большой (21 свеча) — для сигнала поворота. Чтобы выделить свет поворота от других источников наружного освещения, в цепь спирали поворота включается специальный тепловой или комбинированный прерыватель, который делает свет мигающим.

К наружному освещению относится также освещение номерного знака и свет сигнала торможения. Они часто объединяются в одном фонаре и обслуживаются двухспиральной лампой

(рис. 175). Сила света ламп, применяемых на автомобиле, диктуется их назначением: в главных фарах для дальнего света 32—50 свечей и для ближнего света 21 свеча; габаритный свет и номерной свет 3—6 свечей; освещение щитка приборов 1—2 свечи; переносная лампа 3—10 свечей.

На автомобилях новых моделей на щитке располагаются лампы световой сигнализации, сигнализирующие о включении дальнего света фар, о включении и работе указателей поворота автомобилей, о наличии или отсутствии зарядки аккумуляторной батареи, о включении электрофакельного подогревателя дизеля или отопительной системы кузова, о повышении температуры охлаждающей жидкости двигателя свыше 98° , о снижении давления в системе смазки ниже допустимой величины, т. е. менее $1,3 \text{ кг/см}^2$, об открытой двери в автобусе и т. д.

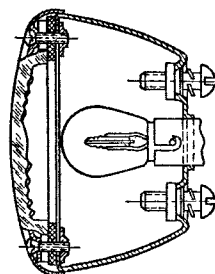


Рис. 175. Задний фонарь ФП-1 с двухспиральной лампой.

Т а б л и ц а 21

Характеристика автотракторных ламп

Тип лампы по каталогу	Напряжение (в)	Сила света (свечей)	Мощность лампы (вт)	Тип цоколя	Продолжительность горения (часов)	Тип лампы по каталогу	Напряжение (в)	Сила света (свечей)	Мощность лампы (вт)	Тип цоколя	Продолжительность горения (часов)
A-16	6	1	1,88	1C-9	500	A-31	6	{ 50 21	{ 42,5 20,0	2Ф-30	200
A-19	6	2	3,5	1C-9	300			1	2,09	1C-9	200
A-17	6	3	4,83	1C-15	300	A-22	12	1	3,14	1C-9	500
A-18	6	6	7,73	1C-15	300	A-23	12	1,5	5,9	1C-9	500
A-2	6	10	11,5	1C-15	200	A-24	12	3	8,25	1C-15	500
A-3	6	15	14,3	1C-15	200	A-25	12	6	14,3	1C-15	500
A-20	6	21	20,0	1C-15	150	A-10	12	15	18,6	1C-15	300
A-21	6	{ 21 3	{ 20,0 4,83	2C-15A	150	A-26	12	21	17,6	1C-15	200
		{ 21 20,0	{ 20,0 20,0		300	A-27	12	{ 21 6	{ 17,6 8,25	2C-15A	200
A-6	6	{ 21 21	{ 20,0 20,0	2C-15	200			50	41,6		500
		{ 32 21	{ 27,7 20,0		150	A-28	12	{ 50 21	{ 41,6 18,6	2Ф-30	200
A-7	6			2Ф-30	200						200

П р и м е ч а н и я. 1. Обозначение цоколя: первая цифра — число контактов, буква С — для штифтовых, Ф — для фланцевых, число 9 или 15 за тире — диаметр цоколя в миллиметрах.

2. Объединение фигурными скобками двух показателей означает, что обе спирали в одной колбе.

§ 113. Переключатели и включатели света. Включение и выключение источников света производится с помощью включателей и переключателей, приводимых в действие рукою или ногою

водителя или действующих автоматически. На грузовых автомобилях ЗИС прежних выпусков и автобусах управление системой освещения и аппаратами зажигания объединялось в центральном переключателе. Центральные переключатели позволяли одним ключом выводить из действия всю электроустановку или фиксировать ее в определенном положении, и производить включение или переключение можно было только при наличии ключа.

Центральный переключатель объединял в себе выключатель системы зажигания, выключатель света стоянки, выключатель ближнего света, выключатель дальнего света, контрольную лампу за-

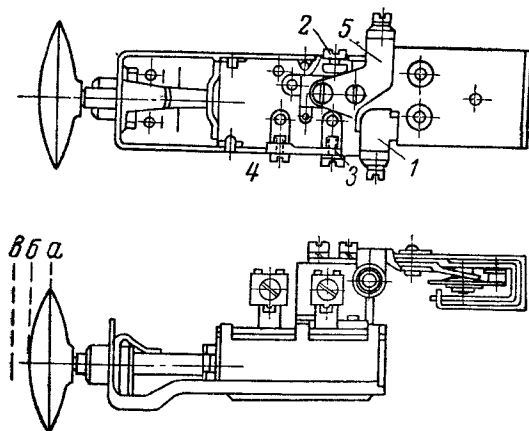


Рис. 176. Главный переключатель наружного освещения автомобиля.

рядки батареи (при отсутствии амперметра), плавкие предохранители и иногда кнопку для дистанционного включения стартера.

Центральные переключатели применялись на автомобилях завода ЗИС: на ЗИС-5 применялся переключатель КП-2, на ЗИС-8 — КП-12 и на ЗИС-16 — ЗИС-10.

Однако увеличение числа потребителей, стремление упростить управление каждым выключателем или переключателем заставляло отказаться от сложного устройства центральных переключателей. Переключатели должны располагаться так, чтобы водитель имел к ним легкий доступ и мог в случае необходимости, не отрывая взгляда от дороги, производить нужные переключения.

Новые модели автомобилей имеют следующие переключатели и выключатели: главный переключатель света, ножной переключатель дальнего и ближнего света, выключатель зажигания, кнопку звукового сигнала, выключатель стартера, выключатель освещения щитка приборов, выключатель стеклоочистителя (если он электрический), переключатель поворотов, переключатель системы отопления кузова и обогрева стекла, выключатели освещения кузова,

действующие от руки и автоматические, включатели сигнала торможения и включатели дверные для автоматического включения плафона при открытии двери или для освещения подножки.

На рис. 176 изображен главный переключатель света П5-Б. Он имеет 5 зажимов для присоединения источника и потребителей. На переключателе укреплен тепловой предохранитель, так называемый термобиметаллический, т. е. состоящий из двух сваренных между собою металлических пластин, вступающий в работу при наибольшем токе 30 а. Назначение зажимов в переключателе следующее: 1 — соединяется с источником, т. е. через амперметр с зажимом батареи; 2 — с лампами передних габаритных фар; 3 — с лампами задних габаритных фар, лампой освещения номер-

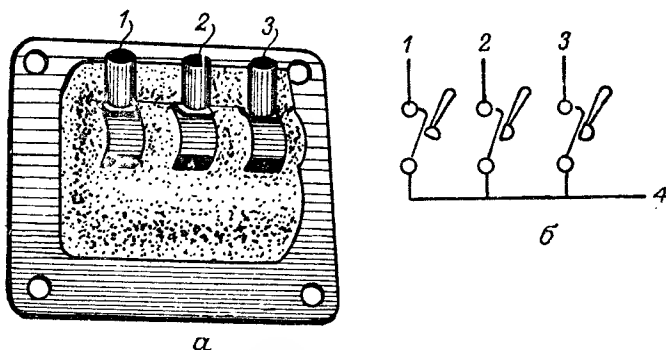


Рис. 177. Блок включателей освещения тракторного типа (а) и его схема (б).

ного знака и выключателем освещения щитка приборов; 4 — с пожным переключателем главных фар и 5 — с выключателем сигнала торможения, включателями плафона и сигнала поворота.

Движок главного переключателя имеет три положения: а — все выключено, б — включены лампы передних и задних габаритных фар и освещение номерного знака, в — включены главные фары, задние габаритные и освещение номерного знака.

На грузовых автомобилях задних габаритных фар нет и при положениях б и в включен задний красный фонарь и освещение номерного знака.

На тракторах сельскохозяйственного назначения вместо ползунковых устанавливают рычажные переключатели (рис. 177, б). К зажиму 4 подводится провод от щетки — генератора, зажим 1 соединяется с «массой», зажим 2 с задними фарами и зажим 3 со штепсельной коробкой, через которую включаются лампы на прицепе.

Известно, что генератор с параллельным возбуждением при коротком замыкании между щетками теряет способность возбуждаться, а так как передние фары включены непосредственно

к генератору, т. е. между щеткой — и «массой», то при замыкании выключателя 1 происходит выключение света передних фар.

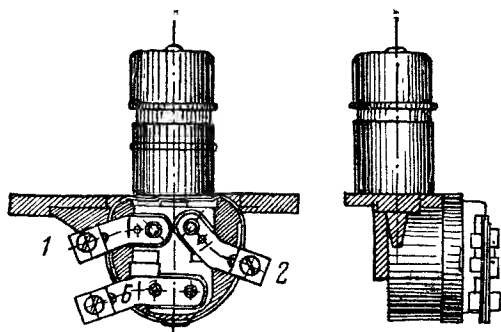


Рис. 178. Ножной переключатель света главных фар П-34.

Такое устройство тройного выключателя позволяет при отсутствии надобности в электрическом освещении устранить возбуждение генератора, и он будет вращаться, не вызывая нагрева обмоток возбуждения и регулятора.

Ножные переключатели имеют два положения: включается спираль или дальнего света, или ближнего. Положения «выключено» они не имеют, и выключение производит

только главный переключатель света.

На рис. 178 изображен ножной переключатель П-34, применяемый на автомобилях ЗИС-150, ЗИС-110 и ЯАЗ-200. К нижнему зажиму *Б* присоединяется провод от зажима 4 главного переключателя света, а к зажимам 1 и 2 — проводники от фар; к зажиму 1 или 2 — спирали ламп «дальнего света» и провод от индикаторной лампы на щитке приборов, к зажиму 2 — спирали лампы «ближнего света».

Выключатели указателей поворота делают трехпозиционные с нейтральным положением. Управление переключателем рукою или коленом водителя, в зависимости от конструкции рычажка. Для того, чтобы свет сигнала поворота был мигающим, применяют термобиметаллический прерыватель РС-55 или РС-56. На рис. 179 изображено термореле РС-55 со снятой крышкой, а на рис. 180 принципиальная схема термореле и световой сигнализации автомобилей ГАЗ-М20, ЗИМ и ЗИС-110.

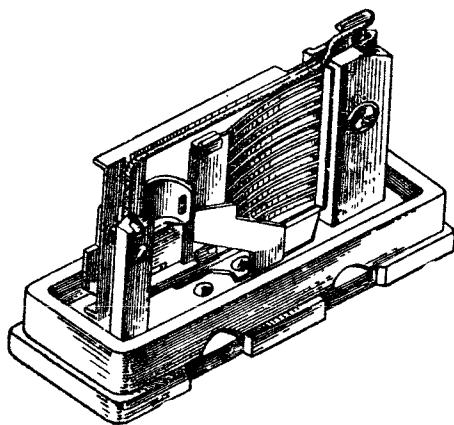


Рис. 179. Термобиметаллический прерыватель РС-55 для световой сигнализации (крышка снята).

При включении переключателя 10 влево ток от аккумуляторной батареи поступает по «массе» в лампы габаритных фонарей 12

и одновременно в сигнальную лампу 11, расположенную на щитке водителя. Из ламп ток поступает в зажим 6, пластинку 5, гибкий провод 3 (его в реле РС-55 и РС-56 нет и он изображен на схеме для удобства объяснения), биметаллическую пластинку 2 и через зажим 1 в аккумуляторную батарею.

Под действием тока пластинка 2 нагревается и так как металл с большим коэффициентом объемного расширения расположен в верхней части пластинки 2, то пластинка при нагревании будет выгибаться в положение, указанное пунктиром. При перемещении пластинки 2 пружина 4 сожмется и при переходе через осевую линию пластинок быстрым движением изогнет пластинку 5, и контакты замкнутся. В результате чего в биметаллической пластинке ток уменьшится, она будет охлаждаться, и пружина, стремясь принять первоначальное положение, разомкнет контакты; после чего ток в пластинке 2 вновь увеличится, контакты замкнутся и т. д. Сопротивление пластинки 2 делается таким, чтобы спирали ламп имели пониженный накал при разомкнутых контактах. При замыкании контактов спирали ламп дают яркий свет.

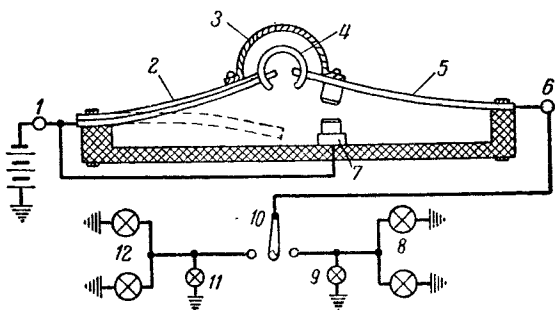


Рис. 180. Схема действия термобиметаллического прерывателя светового сигнализатора поворота.

В том случае, когда одна из ламп габаритных фонарей перегорит, величина тока в биметаллической пластинке окажется недостаточной для замыкания контактов, и водитель по накалу лампы 11 или 9 может судить о неисправности световой сигнализации поворота, т. е. лампы 12 или 8. Работа термореле сигнализатора зависит от напряжения в системе электрооборудования, так как при повышении напряжения увеличивается ток в биметаллической пластинке и повышается число миганий ламп. То же наблюдается при повышении температуры окружающего воздуха. По техническим условиям число колебаний должно находиться в пределах 70—90 в минуту при номинальном напряжении и при возможных изменениях напряжения в системе электрооборудования не выходя из пределов 50—120 в минуту.

Термореле сигнализатора РС-55 имеет биметаллическую пластинку с сопротивлением 2,5 ом и предназначено для работы в схеме 12 в. Тип РС-56 имеет сопротивление пластинки 0,9 ом и изготавливается для схем 6 в.

Автоматический включатель лампы сигнализации аварийного давления устанавливается на автомобилях с двигателем ЯАЗ-204.

Он устроен так (рис. 181). В металлическом корпусе помещается диафрагма 6, которая закрывает полость 7, сообщаемую через штуцер 8 с масляной магистралью системы смазки двигателя. В центре

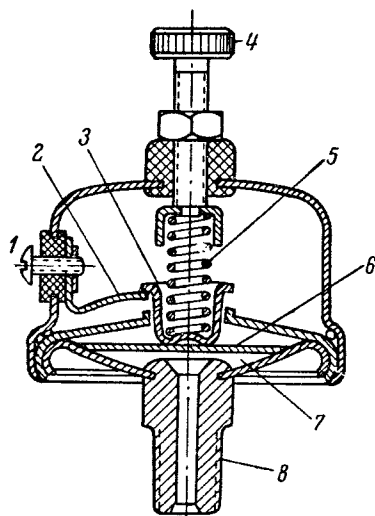


Рис. 181. Сигнализатор аварийного давления в системе смазки типа ММ6 в разрезе.

диафрагмы расположена латунная чашка 3, контактирующая с пластинкой 2. Пластика 2 установлена изолированно на корпусе автоматического выключателя и винтом 1 соединяется с проводом сигнальной лампы аварийного давления. При отсутствии давления в системе смазки или в случае его пониженной величины пластина 2 замкнута через чашку 3 с «массой», т. е. с зажимом + аккумуляторной батареи, и ток поступает в сигнальную лампу и от нее через выключатель к зажиму — батареи. Когда давление масла достигнет $1,3—1,8 \text{ кг/см}^2$, диафрагма 6 прогнется, поднимет чашку 3 и прервет цепь тока в лампе.

Для регулировки автоматического выключателя на заданное давление имеется пружина 5, предварительный натяг которой производят винтом 4. Регулировку производят по контрольному манометру на специальном приспособлении. Рассмотренный выключатель аварийного давления имеет маркировку ММ6. Нашей промышленностью выпускаются и другие типы, конструктивно отличающиеся от рассмотренного.

Выпускаются сигнализаторы, работающие на замыкание цепи лампы в случае чрезмерного повышения давления. Для автоматического включения сигнальной лампы при достижении температуры $95—98^\circ$ в системе охлаждения двигателя применяется термобиметаллический выключатель (рис. 182) следующего устройства. Биметаллическая пластинка 4 с контактом K_2 находится изолированно от «массы» в капсуле 3. Внутри капсулы помещается рамка с неподвижным контактом K_1 (для

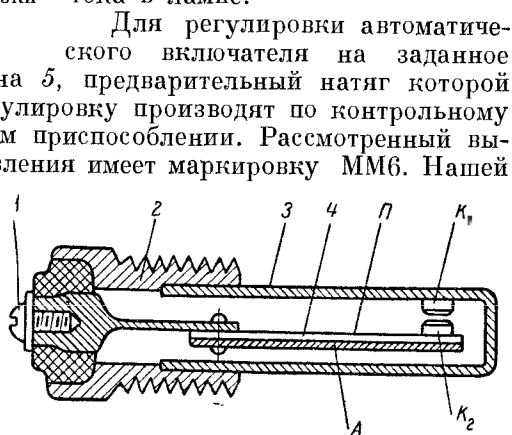


Рис. 182. Сигнализатор чрезмерного повышения температуры в системе охлаждения типа ММ7 в разрезе.

простоты рисунка рамка не изображена), который соединен с «массой».

Активный металл A , т. е. тот, который имеет большой температурный коэффициент объемного расширения, расположен снизу пластинки 4, а пассивный металл $П$ расположен сверху. Капсюль помещен в штуцер 2, который ввертывается в головку двигателя или верхний резервуар радиатора так, чтобы капсюль омывался охлаждающей жидкостью, т. е. водой или антифризом.

Контакт K_1 на заводе установлен на таком расстоянии от контакта K_2 , чтобы замыкание их могло происходить при заданной температуре. По мере нагревания пластинка 4 изгибается

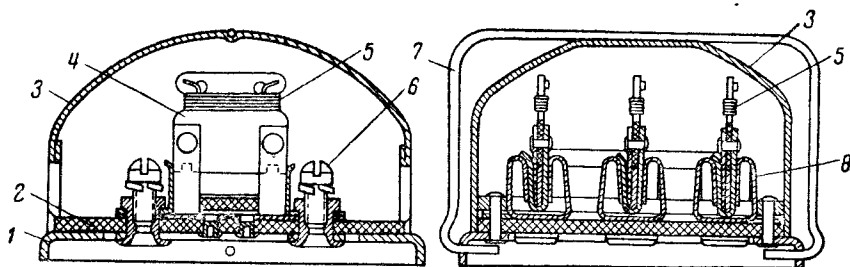


Рис. 183. Блок плавких предохранителей ПР-10.

в сторону пассивного металла, замыкает контакты и включает лампу, которая своим светом сигнализирует водителю о недопустимом повышении температуры в системе охлаждения. Такое устройство способствует сохранению воды или антифриза, так как водитель может своевременно предупредить закипание жидкости.

§ 114. Защита цепей при коротком замыкании. В целях защиты проводов от чрезмерно больших токов, возникающих при коротком замыкании (что может послужить причиной пожара на автомобиле), а также для предупреждения полной разрядки аккумуляторной батареи применяется защита цепей предохранителями.

Предохранители в автомобилях применяются трех типов: плавкие, биметаллические и электромагнитные.

В плавких предохранителях применяются вставки, изготовленные из легкоплавкого материала или даже из меди; в случае перегрузки током такая вставка плавится и прерывает цепь. Плавкие предохранители часто объединяются в блоки, содержащие по нескольку плавких вставок. Они включаются в цепи, где токи небольшой величины.

Блок предохранителей имеет следующее устройство: на стальном основании 1 (рис. 183) закреплена пластина 2 из текстолита. На пластине укреплены держатели 3 для вставок 4 и клеммы 6 для присоединения проводов. Предохранительная вставка 4 изготовлена из текстолита, на ней укреплены две контактные

пластины, между которыми устанавливается плавкая вставка, т. е. проволока. На текстолитовой пластине имеется запасная проволока 5, из которой монтируется новая вставка взамен перегоревшей. Блок предохранителей закрыт стальным колпаком 3, удерживаемым пружинной застёжкой 7.

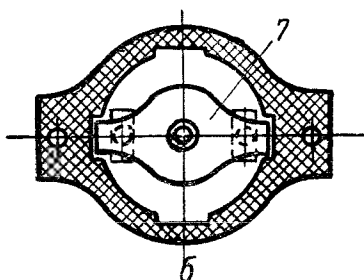
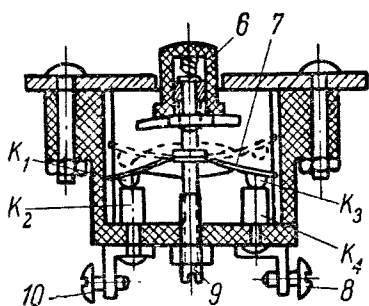
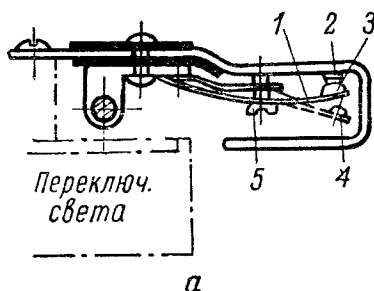


Рис. 184. Термобиметаллические предохранители.

а — с автоматическим замыканием,
б — с принудительным замыканием.

изготовлена из металла с большим тепловым коэффициентом расширения, а поверхность, обращенная к головке винта 5 имеет малый коэффициент расширения. При перегрузке цепи или при коротком замыкании пластинка пропускает ток большой величины, вследствие чего она нагревается, внутренняя поверхность биметаллической пластинки расширяется, пластинка изгибается, контакты 2 и 3 размыкаются и занимают положение 4. При разомкнутой цепи ток

Однако плавкие предохранители стали вытесняться биметаллическими, так называемыми термореле. Объясняется это тем, что после того как плавкий предохранитель перегорел и устранена причина, вызвавшая его перегорание, оказывается необходимым восстановить цепь, т. е. поставить новую плавкую вставку, что создает неудобства в эксплуатации. Тепловые предохранители этого недостатка не имеют.

Биметаллические предохранители применяются двух типов: 1) предохранители, прерывающие цепь и автоматически вновь ее включающие, если устранена причина, вызвавшая чрезмерное увеличение тока, и 2) предохранители с принудительным включением.

В том случае, когда короткое замыкание или перегрузка не устранены, тепловой предохранитель первого типа будет делать замыкания и размыкания, чередующиеся через несколько секунд.

В термореле (рис. 184, а) используется свойство биметаллической пластинки изгибаться при нагреве. Пластика 1 делается в виде выпуклого диска, на котором укреплен контакт 3. Поверхность пластинки 1, обращенная к контакту 2,

в пластинке отсутствует, она остывает, металл внутренней поверхности сокращается, и пластинка принимает первоначальную форму; тогда контакты 2 и 3 вновь замыкаются и т. д.

Винт 5 служит для регулировки работы термореле, т. е. с помощью винта можно отрегулировать величину тока, при которой тепловой предохранитель вступает в работу. Рассмотренный тепловой предохранитель устанавливают на главных переключателях света автомобилей ГАЗ, ЗИС и ЯАЗ новых моделей.

Второй тип теплового предохранителя конструктивно несколько отличается от первого (рис. 184, б), и его работа в связи с этим также отлична. При перегрузке линии или коротком замыкании биметаллическая пластинка 7 нагревается и выгибается (это положение показано пунктиром), контакты K_1 , K_2 , K_3 , K_4 размыкаются, и цепь прерывается. Однако форма пластинки такова, что по охлаждении она не может занять первоначального положения и замкнуть контакты. Для их замыкания необходимо пальцем нажать кнопку 6; если биметаллическая пластинка 7 успела охладиться, то контакты замкнутся, и зажимы 8 и 10 соединятся. Для регулировки величины тока размыкания имеется винт 9, снабженный контргайкой. Тепловой предохранитель ПР-2 устанавливается в цепи звукового сигнала автомобиля ЗИС-150, и при длительном нажатии кнопки сигнала предохранитель прерывает цепь.

В условиях эксплуатации регулировку тепловых предохранителей не производят, так как она требует оборудования и навыка от исполнителя. Тепловые биметаллические предохранители при перегрузке на 40% от номинальной прерывают цепь тока через 30 минут. Если же происходит короткое замыкание в цепи, где имеется такой предохранитель, то он вступает в действие через несколько секунд и провода нагреться не успевают.

§ 115. Электрический термометр. Для правильной эксплуатации двигателя очень большое значение имеет соблюдение теплового режима двигателя. Для контроля за температурой охлаждающей воды в головке двигателя на современных автомобилях применяется электрический термометр. Он состоит из двух элементов: датчика, который соприкасается с охлаждающей водой, и приемника, установленного на щитке водителя, по шкале которого можно следить за температурой охлаждающей воды.

Электротермометр работает на термовибрационном принципе. Устройство его следующее (рис. 185). В отличие от аварийного автоматического включателя, в датчике термометра активный металл А расположен со стороны контакта, а биметаллическая пластинка снабжена нагревательной обмоткой 2. В датчике один контакт соединен с капсулем, т. е. с «массой», а другой — с биметаллической пластинкой, следовательно, с нагревательной обмоткой 2. Биметаллическая пластинка 3 закреплена одним концом в капсуле и соединена с зажимом 4, а другой конец пластинки

имеет опору на неподвижном контакте. Нагревательная обмотка 2 изготовлена из сплава (константана) с большим удельным сопротивлением (сопротивление обмотки $2-7 \div 8$ ом).

Приемник, так же как и датчик, имеет биметаллическую пластинку 7 с обмоткой 6, но пластинка не имеет контактов и обмотка 6 соединена через зажим 5 с зажимом 4 датчика. Вторым концом обмотка 6 соединена через сопротивление 8 с зажимом — батареей. Биметаллическая пластинка 7 имеет форму буквы П; одно плечо пластинки укреплено в опоре 9, а другое плечо связано серьгой 11 с опорой 10. На серьге укреплена стрелка.

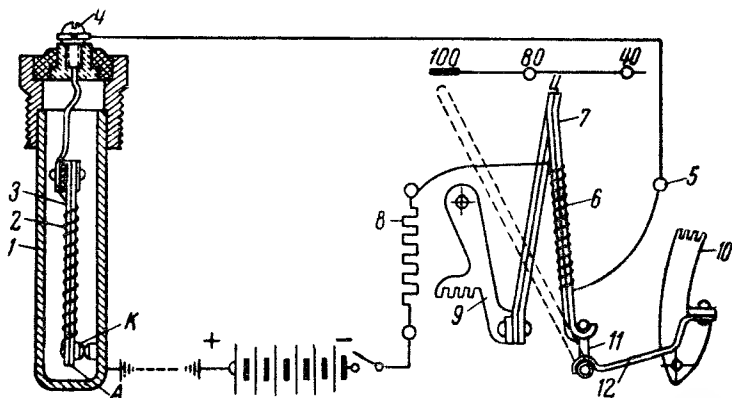


Рис. 185. Схема электрического термовибрационного термометра.

Работа электротермометра протекает так: при включении зажигания включается ток в цепь датчика и приемника, и ток от зажима + батареи по «массе» поступает через контакты датчика в его нагревательную обмотку 2, зажимы 4 и 5 в обмотку 6, сопротивление 8 и к зажиму — батарее.

До включения зажигания, независимо от температуры двигателя, стрелка приемника указывает на цифру 100°. При включенном зажигании под тепловым действием тока биметаллические пластинки датчика и приемника будут изгибаться: пластинка 3 изогнется влево и разомкнет контакты К датчика, а пластинка 7 будет изгибаться вправо, и серьга А будет поворачивать стрелку вправо. Как только контакты датчика разомкнутся, ток в обмотках 2 и 6 прервется. Пластинки будут выпрямляться, и контакты вновь замкнутся и т. д. Весь процесс замыкания и размыкания будет повторяться с частотой 50—100 раз в минуту, и температура пластинки 7 будет поддерживаться на каком-то определенном значении, в связи с чем и стрелка займет определенное положение. Колебания стрелки не наблюдаются вследствие тепловой инерции, так как требуется какое-то время на нагрев и охлаждение пластинки.

При повышении температуры воды в головке двигателя капсюль нагревается больше, температура пластинки 3 повышается, металл 4 расширяется и длительнее удерживает контакты датчика в разомкнутом состоянии. В связи с этим тепловое действие тока в обмотке 6 приемника будет меньше, пластинка 7 будет выпрямляться, и стрелка переместится в сторону цифры 100°. Таким образом, при низкой температуре воды в головке двигателя импульсы тока, действующие в обмотках 2 и 6, будут длительнее, так как контакты датчика длительнее остаются в замкнутом состоянии и нагрев пластинки 7 больше. При высокой температуре воды импульсы тока в обмотках 2 и 6 будут короче, нагрев пластинки 7 приемника уменьшится, и показания стрелки на шкале увеличатся.

На рис. 186 изображен открытый приемник термовибрационного термометра. Нумерация на рис. 186 та же, что и на рис. 185.

Величина отклонения стрелки приемника термометра зависит от температуры пластинки 7, но температура этой пластинки зависит не только от теплового действия тока, а также и от температуры окружающего воздуха.

Чтобы показания приемника не зависели от температуры окружающего воздуха, а только от температуры воды, биметаллическая пластинка 7 изготовлена в виде буквы П. При повышении температуры окружающего приемник воздуха правое плечо будет стремиться переместить вправо серьгу 11, но на эту же величину переместится точка Ц вправо, и показания прибора не изменятся.

Выпускаемые заводом датчики и приемники стандартизованы под номинальное напряжение установки 6 в, а в случае применения их при напряжении в 12 в между датчиком и приемником включается добавочное сопротивление 8 (рис. 185) величиною 16—17 ом.

Для регулировки датчика контакт, соединенный с «массой», снабжен резьбой, и с помощью его устанавливается ток срабатывания. Регулировку датчиков термометров производят по эталонному приемнику. При тарировке следует рамку датчика поместить в нагревательный прибор, в котором устанавливается требуемая температура. В качестве такого приспособления применяют сосуд, заполненный водой или минеральным маслом. В сосуд впаина трубка Г-образной формы, в одно колено трубки вставляется рамка датчика, через второе колено пропускают отвертку

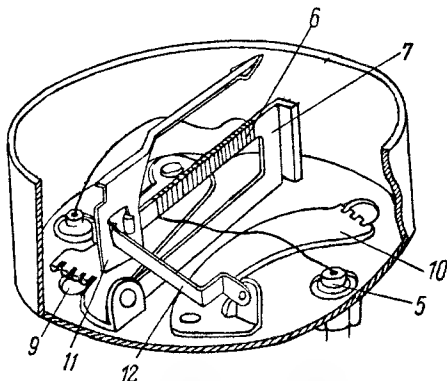


Рис. 186. Приемник-указатель электрических термовибрационных приборов.

для регулировки винта с контактом. Вода или масло нагревается электронагревательной спиралью. Для контроля за температурой жидкости пользуются ртутным термометром. Регулировку производят при 100° и поэтому целесообразнее использовать не воду, а масло.

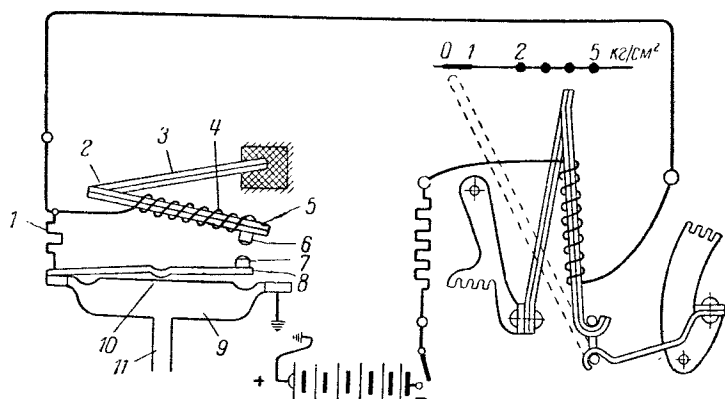


Рис. 187. Схема электрического термовибрационного манометра.

§ 116. Электрический манометр. Электрический термовибрационный манометр, подобно электротермометру, имеет датчик и приемник. Конструкция приемника отличается только шкалой.

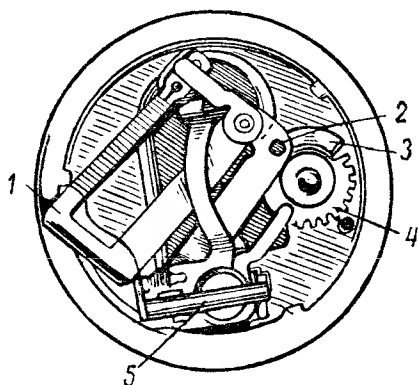


Рис. 188. Датчик давления типа ММ4 со снятой крышкой.

Датчик манометра значительно отличается от датчика термометра. На рис. 187 изображена схема датчика манометра, а на рис. 188 — датчик без верхней крышки. В датчике давления имеется П-образная биметаллическая пластинка 2. На рабочем плече 5 имеется нагревательная обмотка 4 и контакт 6. Плечо температурной компенсации пластинки 3 укреплено изолированно от «массы». Здесь же установлено тарировочное сопротивление 1.

В корпусе датчика помещена диафрагма 10, над которой расположена пластинка 8 с контактом 7, соединенным через пластинку с «массой».

Полость 9 датчика сообщается через трубку 11 с магистралью системы смазки двигателя.

Работает датчик следующим образом. При отсутствии давления в полости 9 контакты 7 и 6 находятся в разомкнутом состоя-

нии, ток в нагревательных обмотках отсутствует и стрелка приемника находится левее 0. При работе двигателя давление в системе смазки повышается и прогиб диафрагмы 10 увеличивается. В результате этого контакт 7 замыкается с контактом 6, и в обмотках появляется ток. Нагрев биметаллических пластинок датчика и приемника увеличивается, и они изгибаются. Пластинка приемника будет повертывать стрелку, а повышение температуры пластинок 2 и ее изгиб вызовут размыкание контактов, и ток в обмотках прервется. Нагрев пластинок начнет уменьшаться, и они будут выпрямляться. Произойдет вновь замыкание контактов 6 и 7, и весь процесс повторится.

Если давление в системе смазки повысится, то контакт 7 с большей силой станет давить на контакт 6, они будут длительное время в замкнутом состоянии, а следовательно, импульсы тока в обмотке будут продолжительнее, нагрев и прогиб пластинок приемника увеличатся и стрелка отклонится больше вправо, т. е. показания возрастут.

Датчик давления соприкасается с нагретым маслом, да и сам двигатель передает теплоту датчику. Для того чтобы датчик не реагировал на изменения температуры, а реагировал только на изменения давления, в нем применена температурная компенсация, осуществленная так же, как в приемнике, т. е. посредством биметаллической пластины П-образной формы. При установке на двигатель датчика ему необходимо придать положение в соответствии со стрелкой, изображенной на его корпусе. В противном случае показания будут неверными.

Для тарировки датчика, которую производят на заводе или в ремонтной мастерской, предусмотрен сектор 4 (рис. 188) с наклонной спиральной поверхностью 3. При поворачивании сектора 4 упор 2 скользит по спирали 3 и изменяет положение рамки 1 относительно контакта, соединенного с «массой». Кроме того, тарировка производится подбором сменного сопротивления 5, которое при замкнутых контактах включается параллельно обмотке 4 (рис. 187) и шунтирует ее. Чем меньше величина этого сопротивления, тем меньше будет величина тока в нагревательной обмотке датчика и больше в обмотке приемника при разомкнутых контактах.

Тарировку датчика производят по эталонному приемнику, подбирая соответствующее сопротивление по градуированному реостату. Определив его величину, на датчик устанавливают сопротивление из набора от 30 до 360 ом. Сменные сопротивления имеют форму цилиндра диаметром 3 мм и длиной 16 мм.

Для регулирования датчика необходимо иметь установку, снабженную баллоном сжатого воздуха, или небольшой жидкостный пресс с минеральным маслом. Установка снабжена штуцерами для крепления испытуемого датчика и контрольного манометра. Датчик давления включается к приемнику и аккумуляторной батарее.

Два стальных сердечника 2 и 5 укреплены на латунной пластинке 1. Пластика изолирована от «массы» и имеет выводной зажим Р, соединяемый с реостатом 7. Каждый сердечник имеет обмотку по 1500 витков медной эмалированной проволоки диаметром 0,12 мм. Начало каждой катушки соединено с сердечником, а следовательно и с зажимом Р. Конец катушки 2 соединен с зажимом *Бат*, а конец катушки 5 с «массой». Пластины 3 и 6 магнитопроводны и позволяют замыкаться магнитному полю, создаваемому ампер-витками обмоток.

Работа измерителя протекает следующим образом. При пустом баке поплавков находится в нижнем положении, и движок реостата выводит почти полностью его сопротивление. В связи с этим в обмотке 5 ток практически равен нулю, а в обмотке 2 он наибольший, и стрелка указывает 0 на шкале. По мере наполнения бака топливом поплавок всплывает, сопротивление реостата 7 возрастает, и в обмотке 5 ток увеличивается, а в обмотке 2 уменьшается. Магнитное поле у сердечника 5 увеличивается, а у сердечника 2 уменьшается, и стрелка отклоняется вправо, указывая деления на шкале в соответствии с уровнем топлива в баке. Из рисунка видим, что одноименные полюсы обращены к якорику стрелки и создают общий магнитный поток. Если на зажимах батареи напряжение будет понижено, то величина магнитных полей обоих сердечников пропорционально уменьшится, и стрелка прибора не изменит своего положения. Таким образом, колебания напряжения в системе электрооборудования не могут вызвать изменений в показаниях измерителя уровня.

Сопротивление 4 позволяет получить большее отклонение стрелки. Рассмотрим подробнее назначение сопротивления 4. Ранее указывалось, что катушки имеют равное число витков и в случае отключенного сопротивления 4 при наполненном баке в катушке 2 величина тока будет больше, чем в катушке 5, так как в катушке 2 ток представляет сумму токов катушки 5 и реостата 7. С целью увеличить ток в обмотке 5 включается сопротивление 4, которое шунтирует обмотку 2. Благодаря этому число ампер-витков катушки 5 увеличивается, а катушки 2 уменьшается, на якоре будет действовать больший магнитный поток и поворот якорику будет обеспечен. Однако следует указать, что даже при отключенном сопротивлении 4 якоре все же повернется, но только на меньший угол. Объясняется это тем, что перемещение якорику зависит от магнитного потока, проходящего через его тело, но так как сердечник 2 имеет магнитопроводящую пластинку 3, замыкающую часть магнитного потока через себя, то сила притяжения сердечника 2 уменьшается, что позволяет переместиться якорику к сердечнику 5.

При наличии сопротивления 4 и пустом баке ампер-витки катушки 2 остаются по величине такими же, как при отключенном сопротивлении, и магнитный поток, действующий

на якоре, будет больше и обеспечит устойчивое положение стрелки.

Движок 9 и конец проволоки реостата 7 соединены с «массой». Такое соединение устраняет возможность появления искры в случае плохого контакта между движком и проволокой реостата; следовательно, исключается возможность воспламенения бензина и его паров.

В приемнике измерителя уровня топлива введена температурная компенсация с целью устранить влияние температуры на величину показаний. Она осуществлена применением магнитного шунта, которым является угольник 3, изготовленный из сплава железа (70%) и никеля (30%). При повышении температуры обмотки 2 ее сопротивление увеличивается, и число ампер-витков ее уменьшается. Однако при повышении температуры угольника 3 его магнитное сопротивление становится больше, и шунтирующее действие на сердечник 2 уменьшается. Таким образом, величина магнитного потока, действующего на якоре, сохраняет свою прежнюю величину, которая была до нагрева, и показания прибора сохраняются.

Выпускаемые указатели топлива марки УБ18-БМ20 имеют обмоточные данные отличные от вышеуказанных; кроме того, отсутствует шунтирующее сопротивление 4. Обмотка левой катушки выполнена из проволоки диаметром 0,13 мм, с числом витков 2050 и сопротивлением 60 ом. Обмотка правой катушки выполнена из проволоки диаметром 0,14 мм, с числом витков 1950 и сопротивлением 50 ом. Реостат имеет наибольшее сопротивление 57 ом.

Т а б л и ц а 22

Характеристики датчиков указателей топлива

На каком автомобиле установлен	Тип датчика	Углы поворота рычага поплавка при различном заполнении бака					Датчик работает с указателем
		0	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	полный	
МЗМА «Москвич»	БМ-24	18°	42°	62°	79°	91°	УБ19
ГАЗ-М20 «Победа»	БМ-20	36	51	70	86	98	УБ18
ГАЗ-51	БМ-20	36	51	70	86	98	УБ18
ЗИС-150	БМ-22	31	48	63	77	89	УБ14
ЯАЗ-200	БМ-18	20	—	62	—	90	УБ17
ЗИС-154	БМ-25	31	48	63	77	89	УБ25
ЗИС-110	БМ-15	31	48	62	78	89	УБ16
ЗИМ	БМ-20	36	51	70	86	98	УБ18

Для тарировки прибора в нем предусмотрены два регулировочных приспособления: если показания не совпадают с уровнем топлива в пределах 0 — $\frac{1}{2}$ бака, то перемещают сердечник с ка-

тушкой 2 по латунному кронштейну 1. Для увеличения отклонения стрелки вправо следует сердечник отдалить от якорька.

В том случае, когда показания прибора не соответствуют уровню топлива при доливе верхней части бака, регулировку производят винтом 8.

Для проверки указателей уровня топлива непосредственно на автомобиле применяют эталонный реостат, укрепленный на доске с нанесенной на ней шкалой, указывающей положение поплавка при соответствующем заполнении бака топливом. Деления шкалы наносят соответственно табл. 22. Углы поворота рычага поплавка отсчитывают от вертикальной оси, проведенной через ось качания рычага.

§ 118. Спидометр и тахометр. Для определения скорости движения автомобиля применяется прибор, называемый спидометром. Для определения числа оборотов в минуту коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания применяется тахометр. Он устанавливается на автомобилях Ярославского и Минского автозаводов.

В спидометре и тахометре использованы вихревые токи, возбуждаемые в алюминиевом диске 3, вращающемся постоянным магнитом 2 (рис. 191).

Между магнитом и диском механическая связь отсутствует. Диск установлен на самостоятельные подшипники и с помощью тонкой спиральной пружины 4 («волоска») отводится в нулевое положение. Вал 8 приводится во вращение гибким валом, который в свою очередь приводится или от вторичного вала коробки передач (для спидометра), или от коленчатого вала двигателя (для тахометра).

Из рис. 191 видно, что магнит имеет форму разрезанного кольца, где между полюсами *С* и *Ю* сосредоточено магнитное поле. Большая часть потока замкнута магнитным шунтом 1 и только часть потока (на рисунке изображена пунктирными линиями) пересекает диск.

При вращении магнита в диске индуцируется э. д. с., а так как диск сплошной, то в нем возникают токи, создающие собственное магнитное поле. Взаимодействие этих двух полей, т. е. поля магнита и поля вихревых токов, увлекает диск в сторону вращения магнита. Чем больше число оборотов вала 8, тем больше величина вихревых токов, и диск, преодолевая упругость «волоска», поворачивается на больший угол; соответственно и стрелка 6 покажет

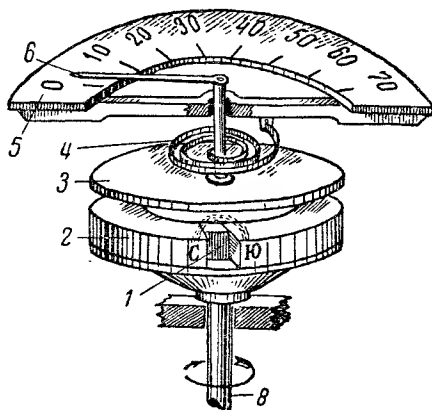


Рис. 191. Механизм спидометра и тахометра.

большее число делений на шкале 5, что будет в спидометре указывать большую скорость в км/час, а в тахометре — большее число оборотов в минуту.

В связи с тем, что сопротивление электрическому току в металлах зависит, помимо прочих условий, от температуры, и чем она выше, тем сопротивление больше, показания спидометра или тахометра будут меньше в нагретом состоянии. Это объясняется уменьшением величины вихревых токов. Чтобы компенсировать влияние температуры на показания прибора, применен магнитный шунт 1, изготовленный из железо-никелевого сплава. При повышении температуры магнитная проницаемость у шунта уменьшается, а поэтому уменьшается и его шунтирующее свойство.

Для подсчета пройденного пути в спидометре устанавливается счетный механизм, вращаемый валом 8.

Тарировку спидометров на показания скорости производят путем изменения силы магнита, который обычно при сборке намагничивают до насыщения, а затем на тарировочном

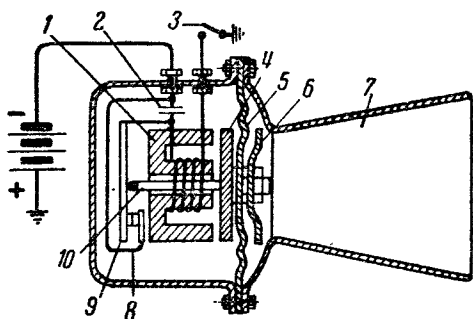


Рис. 192. Электрический звуковой сигнал вибрационного типа.

стенде воздействуют переменным магнитным полем двух катушек с сердечниками, питаемыми переменным током. Переменное магнитное поле уменьшает магнитный поток вращающегося магнита, и показания спидометра уменьшаются.

§ 119. Электрические звуковые сигналы. На автомобилях широкое применение получили электрические вибрационные звуковые сигналы и меньшее применение — электропневматические.

Электрический вибрационный звуковой сигнал изображен на рис. 192. Сигнал состоит из электромагнита 1 Ш-образной формы, якорька 4 из мягкой стали, вибратора с контактом 9 и конденсатора 2. Мембрана 5 сигнала жестко соединена с якорьком 4 и обертонным диском 6 при помощи стержня 10. При нажатии кнопки 3 появляется ток в обмотке сигнала, направленный от зажима + аккумуляторной батареи, кнопку сигнала, обмотку, вибратор, контакты 9 и 8 и по проводу к зажиму — батареи. Под действием поля, созданного током обмотки, якорек притянется к сердечнику, стержень 10 нажмет на вибратор и разомкнет контакты. Цепь тока прервется, магнитное поле ослабнет, и сила упругости мембраны оттянет якорек. Контакты вновь замкнутся, и весь процесс повторится, т. е. якорек будет колебаться вместе

с мембраной, вследствие чего в рупоре 7 возникнут звуковые колебания.

При размыкании контактов сигнала 8 и 9 в обмотке электромагнита появляется ток размыкания, проявляющий себя между контактами в виде искры. Искрение вызывает окисление вольфрамовых напаяек, и сигнал отказывает в работе. Чтобы уменьшить искрение, контакты 8 и 9 шунтируют, т. е. параллельно им включают либо проволочное сопротивление, либо конденсатор.

Сигналы с длинным воздушным каналом называются фанфарными. Такие сигналы обладают музыкальным тоном и применяются на легковых автомобилях попарно (ГАЗ-М1, ГАЗ-11-40, ГАЗ-М20, ЗИС-101, ЗИС-16 и ЗИМ) либо устанавливаются три сигнала (ЗИС-110). Комплект сигналов включает в себя сигналы высокого, среднего и низкого тона. Если их только два, то в комплекте имеются сигналы низкого и высокого тона.

Большой ток (15—20 а), необходимый для двух сигналов фанфарного типа, не позволяет применять непосредственное включение их кнопкой, так как контакты кнопки будут перегружены и их окисление не даст однообразного звучания. Чтобы разгрузить контакты кнопки, применяют реле сигналов (рис. 193).

Применение реле позволяет снизить ток, пропускаемый через кнопку сигнала до 0,5 а при номинальном напряжении 12 в и до 0,75 а при 6 в. Контакты реле 1 и 2 изготовлены из серебра, с большой поверхностью соприкосновения и надежно работают при токах до 30—45 а. Буквенные обозначения зажимов реле сигналов соответствуют первым буквам слов: *C* — сигнал, *B* — батарея и *K* — кнопка.

Различный тон звучания достигается у сигналов за счет изменения длины рупора или изменением и длины рупора и толщины мембран.

В сигналах с коротким рупором или безрупорных к мембране прикрепляется обертонный, или вибрационный диск. Его назначение — улучшить звучание сигнала, так как, помимо основного звука, издаваемого мембраной, возникает дополнительный звук диска.

Для нормального звучания сигнал следует укреплять не жестко, а на амортизационной подвеске, т. е. между сигналом и местом крепления должна быть или пластинчатая рессора, или резиновые прокладки.

Звуковые сигналы требуют умелой регулировки, так как от нее зависят и тон издаваемого звука и величина тока. Там, где

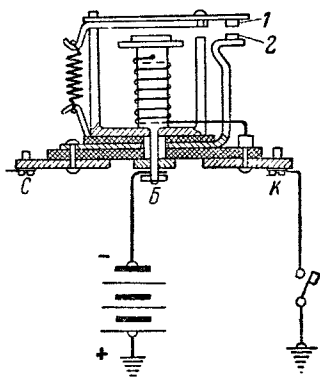


Рис. 193. Монтажная схема реле сигналов.

устанавливается один сигнал, изменение тона не так заметно, как при работе двух или трех одновременно. В последних случаях они должны быть настроены и звучать аккордом.

Таблица 23

Обмоточные данные сигналов и реле

Тип сигнала	Установлен на автомобиле	Напряжение (в)		Ток (а) на один сигнал	Тип реле сигнала	Обмоточные данные										
						сигнала				реле						
						марка провода	диаметр провода (мм)	число витков	сопротивление (ом)	марка провода	диаметр провода (мм)	число витков	сопротивление (ом)			
C-51	МЗМА	6	4	Нет	ЩДБО		0,8	72	0,28	ЩДЛ	—	—	—			
C-52		6		Нет			0,74	50	0,3		—	—	—			
C-55	ГАЗ-51 и	12	5	Нет			0,59	142	0,9		—	—	—			
C-20	ГАЗ-63	6	6	Нет			0,86	64	0,25		—	—	—			
	ГАЗ-ММ и															
C-21	ЗИС-5	12	5	Нет			0,59	142	0,9		—	—	—			
	ЗИС-150 и															
	ЯАЗ-200															
C-6 }	ГАЗ-М20	12	8,5	РС-3			0,74	108	0,5		0,11	1000	26			
C-7 }							0,74	108	0,5							
C-25 }	ЗИС-110	6	14	РС-2			1,16	42	0,08		0,23	500	8			
C-26 }							1,16	42	0,08							
C-27 }							1,16	42	0,08							

Сигналы автомобилей ГАЗ-М20 и ЗИС-110 топажные, а остальные шумовые.

§ 120. Электрический стеклоочиститель. На автомобилях ГАЗ-69, ГАЗ-М20, ЗИМ и ЗИС-110 для очистки ветровых стекол от атмосферных осадков применяется стеклоочиститель с приводом от электродвигателя с параллельным возбуждением, мощностью 12 *вт*.

На основании 12 (рис. 194) укреплен электродвигатель 11 и рычажный механизм, состоящий из рычагов 2, 4 и 6, соединенных тягами 3, 7 и 8. Вращательное движение вала якоря электродвигателя передается через винтовую нарезку 10 шестерне 9, с которой связан палун или тяга 8. Возвратно-поступательное движение тяги 8 передается тягам 7 и 3 и рычаги 2 и 6 приводят в движение держатели щеток 1 и 5.

В зависимости от количества осадков требуется различная интенсивность работы щеток. При большом количестве осадков электродвигатель делает 3300 *об/мин*, а щетки делают 45 качаний в минуту. При малом количестве осадков переключатель электродвигателя устанавливают на малую скорость, и в этом случае якорь имеет 1800 *об/мин*, а щетки 27 качаний. Повышение ско-

рости вращения якоря достигается включением в цепь обмотки возбуждения сопротивления 8 ом.

Для того чтобы при выключении стеклоочистителя щетки не останавливались в поле зрения водителя, на валу шестерни 9 имеется специальный выступ, который действует на выключатель, установленный в корпусе редуктора стеклоочистителя. Этот выключатель прерывает цепь тока только после того, как щетки разойдутся в крайнее положение.

§ 121. Электрическое оборудование отопительного устройства автомобиля. Для предотвращения замерзания ветрового стекла применяется обдув его теплым воздухом, или обогрев нагревательным элементом.

Для обогрева кузова автомобиля и для обдува стекла используют теплоту воды из системы охлаждения двигателя. Отопитель-

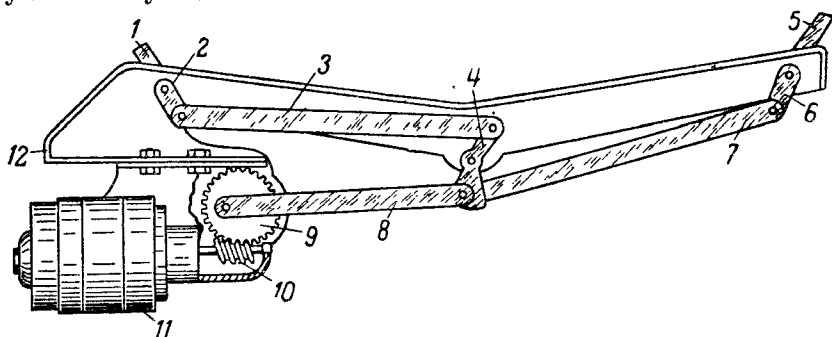


Рис. 194. Стеклоочиститель с приводом от электродвигателя.

ное устройство состоит из небольшого радиатора, через который продувается воздух крыльчаткой, вращаемой электродвигателем. Электрическая мощность, потребляемая таким электродвигателем, от 10 до 70 *вт* и зависит от размера кузова. Так, например, в автомобиле ГАЗ-М20 мощность электродвигателя 25 *вт*, причем он служит для обдува ветровых стекол и отопления кузова. На автобусах ЗИС-154 и ЗИС-155 для обдува стекла имеется два электродвигателя по 25 *вт* и для отопления кузова — 3 по 75 *вт*.

Интенсивность отопления регулируется путем изменения количества воздуха, продуваемого через радиатор, что достигается с помощью переключателя, изменяющего число оборотов крыльчатки вентилятора.

Рассмотренный способ отопления кузова и обогрева ветрового стекла более целесообразен по сравнению с рамочным обогревателем, так как последний требует от 30 до 50 *вт* и позволяет обогревать только ветровое стекло, а не весь кузов.

§ 122. Провода. На тракторах и автомобилях проводка работает в тяжелых условиях: проводники находятся в подвешен-

ном состоянии и подвергаются непрерывным сотрясениям, а также действию бензина, масла, керосина или дизельного топлива. Несмотря на то, что напряжение установки низкое (6 или 12 в), к изоляции проводов предъявляются очень высокие требования, тем более что широко применяется однопроводная система. В связи с тем, что проводники должны быть гибкими, жила делается не из одной проволоки, а из тонких медных луженых проволочек, свитых в один пучок. Изоляция такой жилы делается многослойной: первый слой из хлопчатобумажной пряжи, второй — из вулканизированной резины, а третьим слоем является лакированная оплетка. Хлопчатобумажная пряжа защищает жилу от непосредственного соприкосновения металла с вулканизированной резиной, которая является основным изолирующим слоем. Но так как резина разрушается под действием нефтепродуктов, то поверх резинового слоя делается оплетка, пропитанная лаками. Эта оплетка часто изготавливается из цветных ниток, что необходимо для облегчения нахождения какого-либо провода в оплетенном пучке. Проводники специального назначения поверх лаковой оплетки или имеют металлическую оплетку (так называемые экранированные провода), или обвиты металлической проволокой плоского сечения — бронированные провода.

Провода для автомобилей и тракторов выпускаются следующих марок: АОЛ — автомобильный, оплетенный, с лаковым покрытием; АОЛБ — то же, но бронированный; АСО — автомобильный, стартерный, оплетенный; АСОБ — то же, но бронированный; ПМ — провод магнетный для соединения аппаратов зажигания в цепи высокого напряжения.

Поперечное сечение проводов зависит от величины тока, который будет пропускаться данным проводом. На современных автомобилях и тракторах проводка монтируется проводниками следующего сечения (в кв. мм): между генератором, реле-регулятором, амперметром и аккумуляторной батареей — 6—10; между главными фарами и переключателем света — 2,5; между габаритными фарами, фонарем номерного знака и переключателем света — 1,5; между лампами поворота и переключателем — 2,5; между щитком приборов и звуковыми сигналами, а также дистанционным включателем стартера — 2,5; проводка первичной цепи аппарата батарейного зажигания — 1,5.

Стартерный провод берется 36, 43, 50 или 70 кв. мм в зависимости от длины провода и величины тока, необходимого стартеру. Исправно будет работать стартер, если падение напряжения в проводе стартера не превышает 0,1 или 0,15 в при токе 100 а.

Если при пользовании стартером провод нагревается и стартер плохо вращает коленчатый вал прогретого двигателя, то поперечное сечение провода мало и надо взять провод большего диаметра.

Проводники автомобильной или тракторной проводки имеют небольшую длину, в связи с чем их сечение выбирается по величине тока:

сечение (кв. мм)	1	1,5	2,5	4	6	10
допустимый ток (а)	11	14	20	25	31	43.

§ 123. Защита радиоприема от помех, создаваемых системой электрооборудования. Аппараты зажигания, реле-регуляторы, термовибрационные измерители, а также плохие контакты в соединениях электропроводки являются источниками радиопомех, затрудняющих прием радиовещательных и телевизионных программ. Радиус действия помех может достигать нескольких сотен метров. Наиболее сильные помехи создаются аппаратами зажигания. При наличии радиоприемника на автомобиле основное внимание уделяется ослаблению этих помех. С этой целью применяют подавительные сопротивления от 6000 до 15 000 ом, которые включают в провода высокого напряжения.

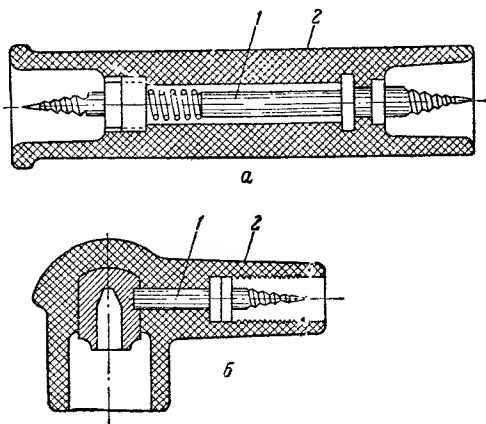


Рис. 195. Сопротивления для подавления радиопомех от системы зажигания.
а — включаемое в провод индукционной катушки,
б — устанавливаемое на запальной свече.

Промышленность выпускает подавительные сопротивления СЭ-01 (рис. 195, а), включаемые в провод, идущий от индукционной катушки к распределителю. Оно должно располагаться на расстоянии 4—5 см от крышки распределителя, а если устанавливают два сопротивления, то второе должно располагаться на 4—5 см от ввода в индукционную катушку.

Второй тип сопротивления СЭ-12 (рис. 195, б) устанавливается на каждую запальную свечу и, кроме того, СЭ-01 в провод индукционной катушки. Подавительное сопротивление 1 изготавливается из специальной массы, представляющей смесь кристаллов изолирующего вещества и кристаллов токопроводящего вещества. Сопротивление помещается в карболитовом корпусе 2, на концах которого имеются контактные шурупы для закрепления провода высокого напряжения.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к главным фарам?
2. Какие напряжения применяют для осветительных целей на автомобиле и тракторе? Объяснить устройство лампы автотракторного типа.

3. Какие преимущества имеет фляпцевый патрон перед штифтовым?
 4. Объяснить роль отражателя фары. Какими металлами он покрывается?
 - Объяснить назначение стекла главной фары.
 5. Объяснить установку фар на автомобиле.
 6. Объяснить назначение центральных, главных и ножных переключателей.
 7. Объяснить способы защиты цепей электрического тока и случае короткого замыкания.
 8. Как устроены и работают тепловые предохранители?
 9. Объяснить по схеме устройство и действие электрического термо-вибрационного термометра.
 10. Объяснить по схеме устройство и действие электрического термо-вибрационного манометра.
 11. Объяснить устройство и действие электромагнитного измерителя уровня топлива в баке.
 12. Объяснить принцип действия вибрационного звукового сигнала, его устройство и регулирование.
 13. В каких случаях применяется реле сигналов и как оно работает?
 14. Как выбирается сечение провода и какие марки проводников применяются на тракторах и автомобилях?
 15. Как устроен и работает спидометр?
 16. Объяснить действие термометаллического прерывателя световой сигнализации поворота.
 17. Объяснить устройство электрического стеклоочистителя.
 18. Какое электрическое оборудование имеют обогреватели кузова и ветрового стекла?
 19. Как ослабляют мешающее действие аппарата зажигания на радиоприем?
-

СХЕМЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

Электрооборудование тракторов СХАТЗ-НАТИ, КД-35, У-1, У-2 и СХТЗ (колесный) с генератором постоянного тока

Номинальное напряжение 6 в.

Лампы: 3 шт. по 21 св. (20 вт) каждая; 1 шт. 3 св. (4,83 вт).

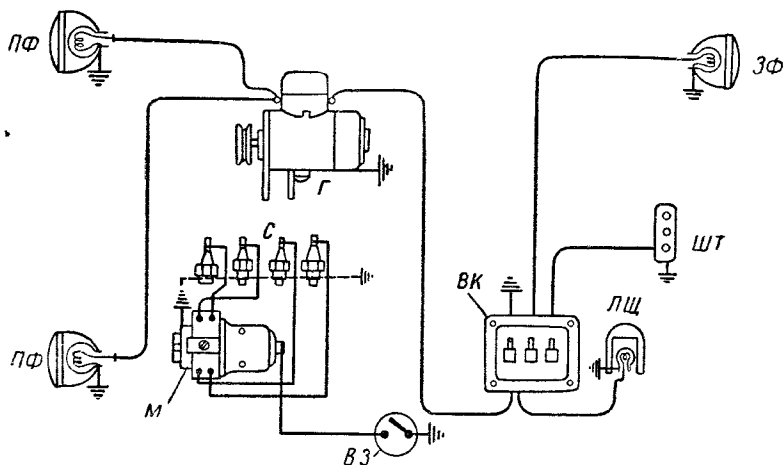


Схема электрооборудования тракторов СХАТЗ-НАТИ и КД-35, оборудованных генератором постоянного тока.

Обозначение по схеме	Наименование	Тип
ПФ	Передние фары.....	ФГ-13 или 57—00
Г	Генератор 65 вт, 6 в.....	ГБТ *
ВК	Блок выключателей.....	—
ЗФ	Задняя фара.....	ФГ-13 или 57—00
ШТ	Штепсельная розетка.....	—
ЛЩ	Лампа освещения щитка приборов.....	—
ВЗ	Выключатель зажигания.....	—
С	Запальные свечи.....	Д20/20 или М20/20
М	Магнето правого вращения.....	СС4 или М18

* На тракторах КД-35 первых выпусков устанавливался генератор Г-45.

Электрооборудование тракторов КД-35, ДТ-54, СХАТЗ-НАТИ, У-1, У-2 и СХТЗ (колесный) с генератором переменного тока

Номинальное напряжение 6 в.

Лампы: 3 шт. по 21 св. (20 вт) каждая; 1 шт. 3 св. (4,83 вт).

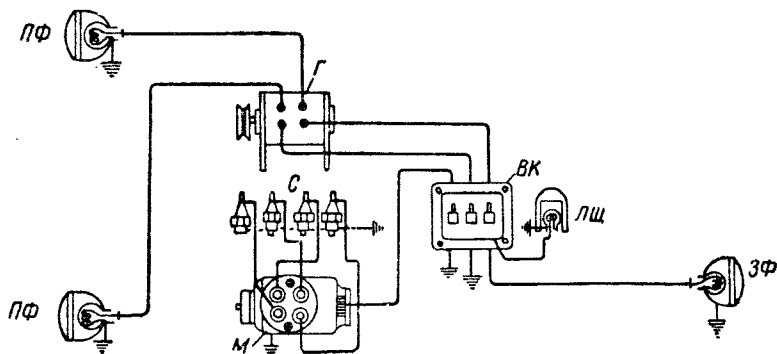


Схема электрооборудования тракторов СХАТЗ-НАТИ и КД-35, оборудованных генератором переменного тока.

Обозначение по схеме	Наименование	Тип
ПФ	Передние фары	ФГ-13 или 57—00
Г	Генератор 60 вт, 6 в	Г30-А2 (СХАТЗ-НАТИ и ДТ-54), Г-31А (КД-35), Г32-А2 (У-1, У-2 и СХТЗ)
ВК	Блок выключателей *	—
ЛЩ	Лампа освещения приборов	—
ЗФ	Задняя фара	ФГ-13 или 57—00
С	Запальные свечи	М20/20
М	Магнето	М18 **

* В отличие от схемы с генератором постоянного тока, в блоке выключателей переключки между верхними контактами снята и выключатель 1 использован для выключения зажигания.

** На тракторах КД-35 и ДТ-54 магнето М24.

Электрооборудование трактора ХТЗ-7

Номинальное напряжение 6 в.

Лампы: 3 шт. по 21 + 32 св. тип А-7.

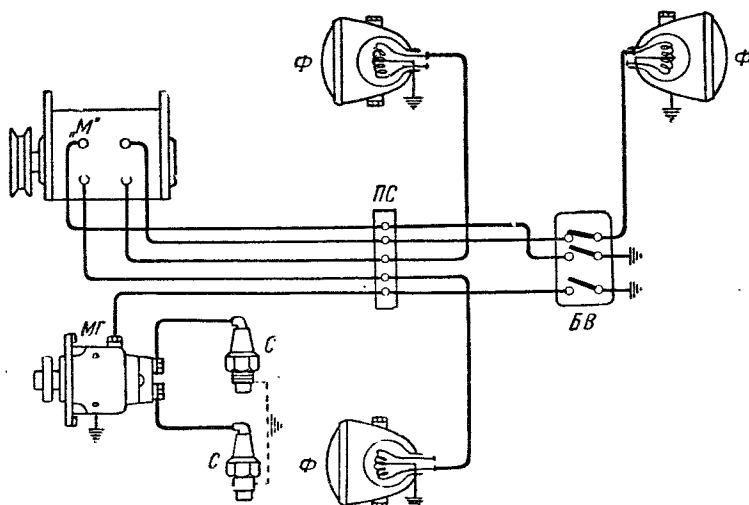


Схема электрооборудования трактора ХТЗ-7.

Обозначение по схеме	Наименование	Тип
Г	Генератор 60 вт, 6 в	Г30-А2
Ф	Фары	ФГ7
МГ	Магнето	М48В
С	Свечи запальные	
ПС	Панель соединительная	ПС5
БВ	Блок выключателей	—

В фарах помещены двухспиральные лампы с флянцевым поколем 2Ф-30. Нормально включены спирали 21 св. — 20 вт, но в случае перегорания одной спирали можно включить вторую 32 св. — 27,7 вт.

Электрооборудование трактора С-65

Номинальное напряжение 6 в.

Лампы: 2 шт. по 21 св., 2 шт. по 15 св. и на прицепе 2 шт. по 15 св. или 3 шт. по 10 св.

При работе трактора на транспорте в передних фарах устанавливаются лампы силою света в 21 св. При работе трактора на сельскохозяйственных работах лампы 21 св., устанавливаются на задние фары.

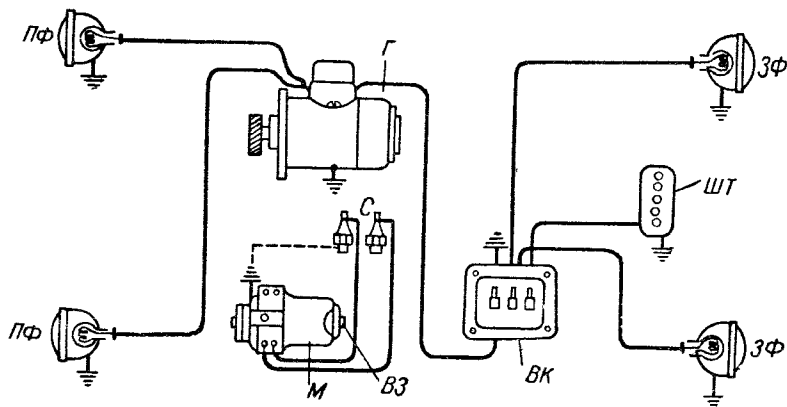


Схема электрооборудования трактора С-65.

Обозначение по схеме	Наименование	Тип	Обозначение по схеме	Наименование	Тип
ПФ	Передние фары . .	—	ВЗ	Выключатель зажигания	—
Г	Генератор 90 вт, 6 в	ГАУ-4684	С	Запальные свечи двигателя В-20.	НМ15/15
ЗФ	Задняя фара	—	М	Магнето левого вращения	СС-2
ШТ	Штепсельные розетки	—			
ВК	Блок выключателей	—			

На тракторах С-60 (дизельных) схема такая же, но магнето типа СС4 и генератор типа ГАУ-4101 правого вращения.

Электрооборудование трактора С-80

Номинальное напряжение 12 в.

Лампы: 4 шт. по 21 св. в передних и задних фарах; 1 шт. 15 св. в плафоне и 6 шт. по 15 св. на прицепе.

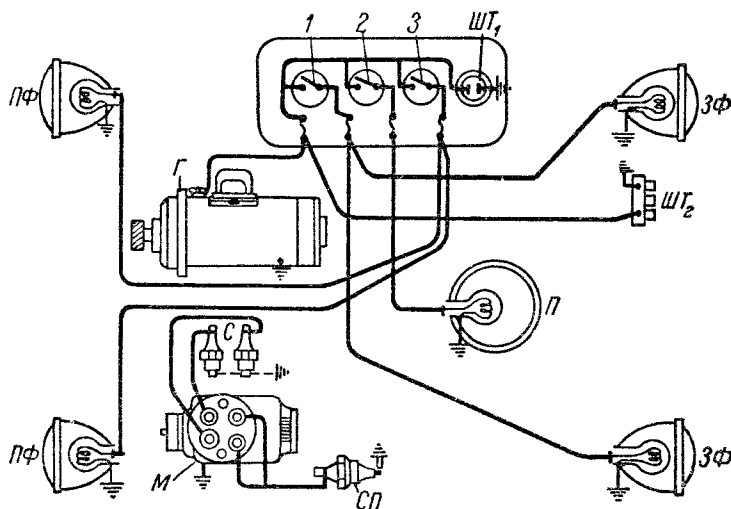


Схема электрооборудования трактора С-80.

Обозначение по схеме	Наименование	Тип	Обозначение по схеме	Наименование	Тип
ПФ	Передние фары ..	57-00	ШТ ₂	Штормовая розетка для прицепа ..	—
Г	Генератор 250 вт, 12 в ..	Г-66	П	Плафон ..	ПА-1150 или ПК-1
1	Выключатель задних фар ..	—	СП	Свеча электрофакального подогревателя ..	СР-43
2	Выключатель плафона ..	—	М	Магнето левого вращения ..	М10
3	Выключатель передних фар ..	—			
ШТ ₁	Штормовая розетка переносной лампы ..	1-Т			
ЗФ	Задние фары ..	57-00			

Электрооборудование автомобиля ЗИС-5

Номинальное напряжение 6 в.

Лампы: 2 шт. односпиральных по 21 св. для главных фар; 2 шт. по 3 св. для малого света; 1 шт. 3 св. для освещения щитка; 1 шт. 21 св. для сигнала торможения; 1 шт. 3 св. для номерного знака.

Обозначение по схеме	Наименование	Тип	Обозначение по схеме	Наименование	Тип
ПФ	Передние фары . .	50-00	ЗС	Звуковой сигнал .	СГ-4666 или С-20
ПР	Прерыватель-распределитель . .	ИГЦ-4221 или Р-16 или Р-33	КС	Кнопка сигнала .	КГА-450
			ЛЩ	Лампа освещения щитка	—
ИК	Индукционная катушка	ИГ-4085	ЦП	Центральный переключатель . .	КП-2
Г	Генератор 80 вт, 6 в	ГБФ-4000	СВ	Стартерный выключатель	СВВ-4001
СТ	Стартер 0,8 л. с. .	МАФ-4007	ВСТ	Выключатель сигнала торможения	—
Б	Аккумуляторная батарея 98 а-ч, 6 в	3-СТ-98	ЗФ	Задний фонарь . .	30-00
С	Свечи	M12/15			

Расцветка проводов: коричневый — 1 и 11; белый — 2; желтый — 3, 4, 5 и 7; синий — 6; черный — 8; красный — 9; зеленый — 10 и 12.

В автомобилях более поздних выпусков в фары устанавливаются двухспиральные лампы силою света в 21 и в 3 св.

Центральный переключатель имеет два положения для ключа:

1) ключ вынут, 2) ключ вставлен, и четыре положения для рычажка:

«0» положение рычажка и «ключ вынут» — все выключено;

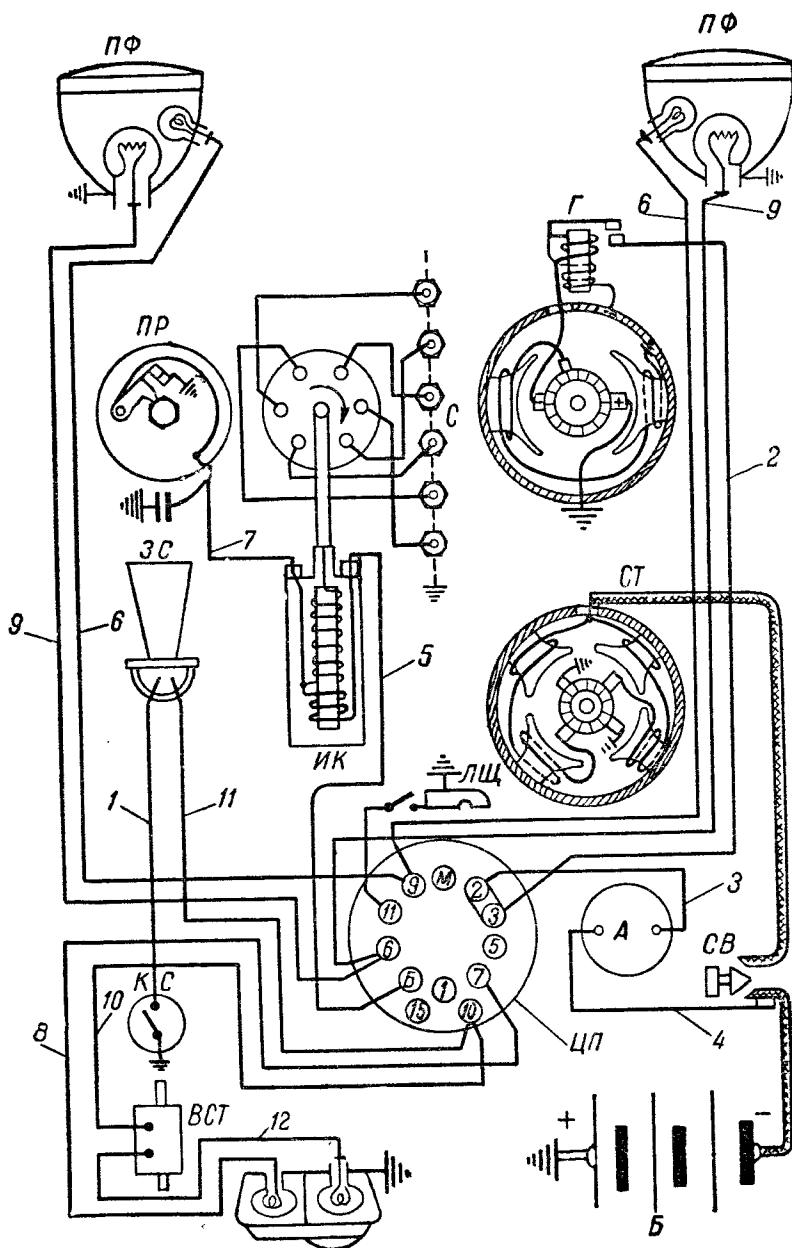
«0» положение рычажка и «ключ вставлен» — все выключено;

«1» положение рычажка и «ключ вставлен» — включено зажигание, звуковой сигнал, сигнал торможения, щитковая лампа и штепсельное гнездо для переносной лампы;

«2» положение рычажка и «ключ вставлен» — включены все потребители положения «1», а также главные фары и свет номерного знака;

«3» положение рычажка и «ключ вставлен» — включены все потребители положения «1» и малый свет.

Автомобили ЗИС-5, выпускавшиеся до 1939 г., имели центральный переключатель П-12, а с 1946 г. переключатель П-2.



Электрооборудование автомобиля ГАЗ-ММ

Номинальное напряжение 6 в.

Лампы: 2 шт. двухспиральные по 21 + 21 св. для дальнего и ближнего света; 2 шт. по 3 св. для малого света; 1 шт. двухспиральная 21 св. и 3 св. для сигнала торможения и освещения номерного знака; 1 шт. 3 св. для освещения щитка приборов.

Обозначение по схеме	Наименование	Тип	Обозначение по схеме	Наименование	Тип
<i>ПФ</i>	Передние фары . .	50-00	<i>СТ</i>	Стартер 0,8 л. с. .	МАФ-4006
<i>ЗС</i>	Звуковой сигнал .	—	<i>ВС</i>	Включатель стартера	СВВ-1724
<i>ПС</i>	Переключатель света	—	<i>С</i>	Свечи в первых выпусках	М20/20 Д20/20
<i>Г</i>	Генератор 80 вт. 6 в	ГБФ-4105	<i>КС</i>	Кнопка сигнала .	КГФ-4503
<i>ПР</i>	Прерыватель-распределитель . . .	ИГФ-4003	<i>КЗ</i>	Коробка зажимов	—
<i>ИК</i>	Индукционная катушка	ИГ-4085	<i>ЛЩ</i>	Лампа щитка . . .	—
<i>В</i>	Аккумуляторная батарея 70 а-ч, 6 в	3-СТ-70	<i>ВЗ</i>	Выключатель зажигания	ЗФ-4514
<i>БП</i>	Бронированный провод замка зажигания . . .	—	<i>ВСТ</i>	Выключатель сигнала торможения	—
			<i>ЗФ</i>	Задний фонарь . .	З0-00

Расцветка проводов: желтый с зеленой ниткой — 1; желтый с черной — 2, 5 и 6; черный с желтой — 3 и 4; черный с красной — 7 и 8; черный с зеленой — 9 и 10; зеленый — 11 и 14; желтый — 12 и 15; черный — 13 и 18; красный — 16 и 17.

Управление переключателем света на руле. Переключатель имеет четыре положения: 1) малый свет, 2) все наружное освещение выключено, 3) включен ближний свет и 4) включен дальний свет. При 1, 3 и 4 положениях включается освещение номерного знака.

На первых выпусках автомобилей ГАЗ-А и ГАЗ-АА провод 16 включался к левому зажиму коробки КЗ.

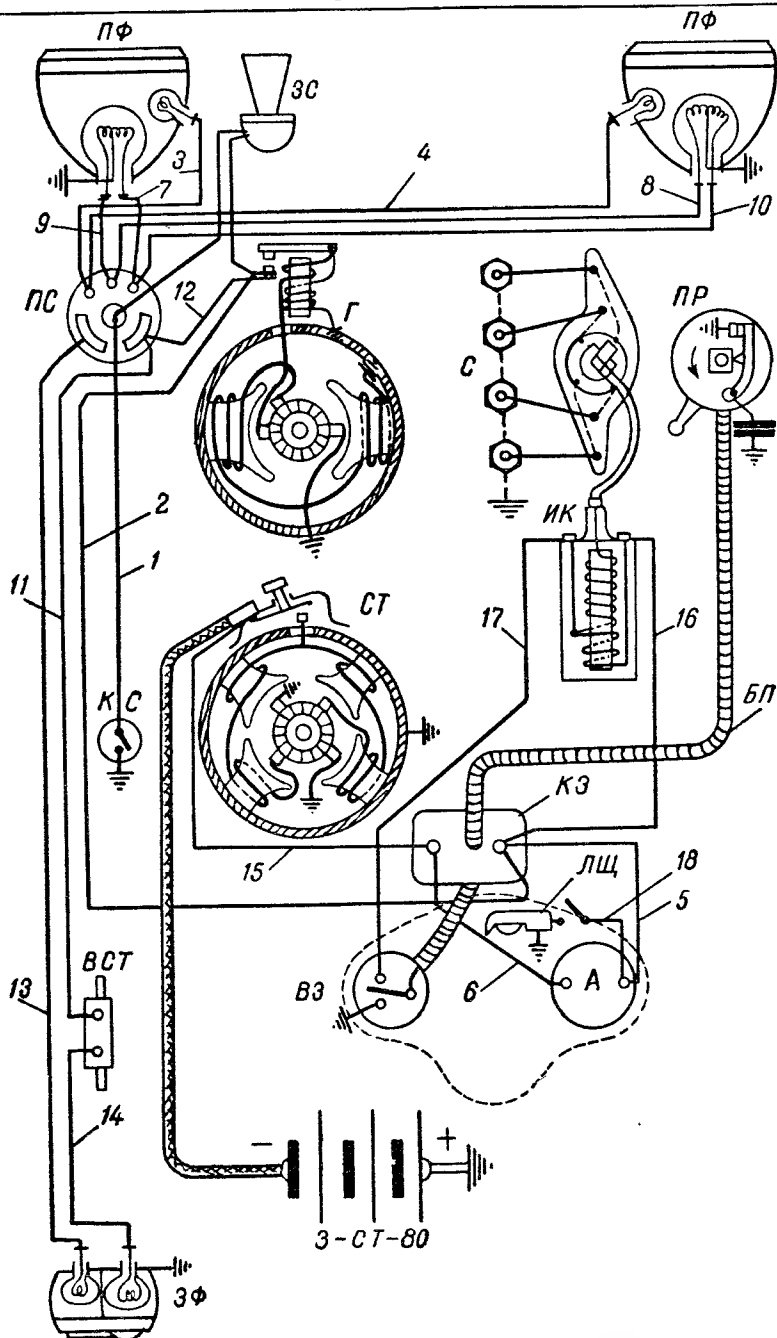


Схема электрооборудования автомобилей ГАЗ-ММ и ГАЗ-АА.

Электрооборудование автомобиля ГАЗ-67Б

Номинальное напряжение 6 в.

Лампы: 2 шт. двухспиральные по 32 + 21 св. для дальнего и ближнего света; 2 шт. по 3 св. для малого света; 1 шт. 3 св. для освещения щитка; 1 шт. двухспиральная в 21 + 3 св. для сигнала торможения и освещения номерного знака; 1 шт. 15 св. для переносной лампы.

Обозначение по схеме	Наименование	Тип	Обозначение по схеме	Наименование	Тип
<i>ПФ</i>	Передние фары . .	53-00	<i>ЗФ</i>	Задний фонарь . .	
<i>Г</i>	Генератор 100 <i>вт</i> , 6 в	ГМ-71-Т	<i>ИК</i>	Индукционная катушка	ИГ-4085
<i>СТ</i>	Стартер 0,8 л. с. .	МАФ-4006	<i>ВЗ</i>	Включатель зажигания	ЗФ-4514
<i>КС</i>	Кнопка сигнала .	КГФ-4503	<i>ПП</i>	Плавкий предохранитель	—
<i>С</i>	Запальные свечи .	М15/15 или М12/15	<i>ЗС</i>	Звуковой сигнал	С-53
<i>ПР</i>	Прерыватель-распределитель (на первых выпусках)	Р-30 или ИМ-91 или Р-15	<i>ЛЩ</i>	Лампа щитка . . .	—
<i>ВСТ</i>	Выключатель сигнала торможения	—	<i>ВС</i>	Выключатель стартера	СВВ-4001
<i>НПС</i>	Ножной переключатель света . . .		<i>ГПС</i>	Главный переключатель света . .	—
			<i>ДС</i>	Добавочное сопротивление	—
			<i>Б</i>	Аккумуляторная батарея 84 а-ч, 6 в	3-СТ-84

Главный переключатель света позволяет выключить все наружное освещение, кроме сигнала торможения, или включить малый свет, или включить ножной переключатель и с помощью его включить дальний или ближний свет.

Электрооборудование автомобиля ГАЗ-М1

Номинальное напряжение 6 в.

Лампы: 2 шт. двухспиральные по 32 + 21 св. для дальнего и ближнего света; 2 шт. по 3 св. в передних габаритных фарах; 2 шт. двухспиральные по 21 + 3 св. в задних габаритных фарах, для сигнала торможения, габаритного света и освещения номерного знака; 1 шт. 3 св. для освещения спидометра и комбинированного прибора: бензомера, амперметра и гидравлического манометра; 1 шт. 3 св. в плафоне.

Обозначение по схеме	Наименование	Тип	Обозначение по схеме	Наименование	Тип
ЛФ	Передние фары . .	54-00	ЛЩ	Лампа освещения щитка приборов	—
ГФ	Габаритные передние фары	М-1	КС	Кнопка сигналов	КГФ-4503
Г	Генератор 100 <i>вт</i>	ГМ-71	ЭП	Электрический прикуриватель .	—
СТ	Стартер 0,8 <i>л. с.</i> .	МАФ-4006	ПП	Плавкий предохранитель	—
С	Запальные свечи .	М15/15	ГПС	Главный переключатель света . .	—
ПР	Прерыватель-распределитель или более поздних выпусков	ИМ-91 Р-15	ВЗ	Включатель зажигания	—
ЗС	Звуковые сигналы: низкий тон высокий тон	СБ-4661 СБ-4662	ВП	Включатель плафона	—
РС	Реле сигналов . .	ЦБ-68	П	Плафон	ПК-1
ИК	Индукционная катушка	КМ-75	ВСТ	Включатель сигнала торможения	—
Б	Аккумуляторная батарея 84 <i>а-ч</i> , 6 <i>в</i>	3-СТ-84	ФГ	Задние габаритные фары	30-00
НПС	Ножной переключатель света . .	—	РБ	Реостат бензомера	—
ВС	Включатель стартера	СВВ-1724			

Расцветка проводов: желтый с красной ниткой — 1, 12, 16, 17, 19; желтый с черной — 2; красный — 3, 4 и 15; желтый — 5, 7, 8, 21 и 22; красный с черной — 6; зеленый — 9, 10, 11, 14, 20 и черный — 13, 18, 23, 24, 25, 26, 27 и 28.

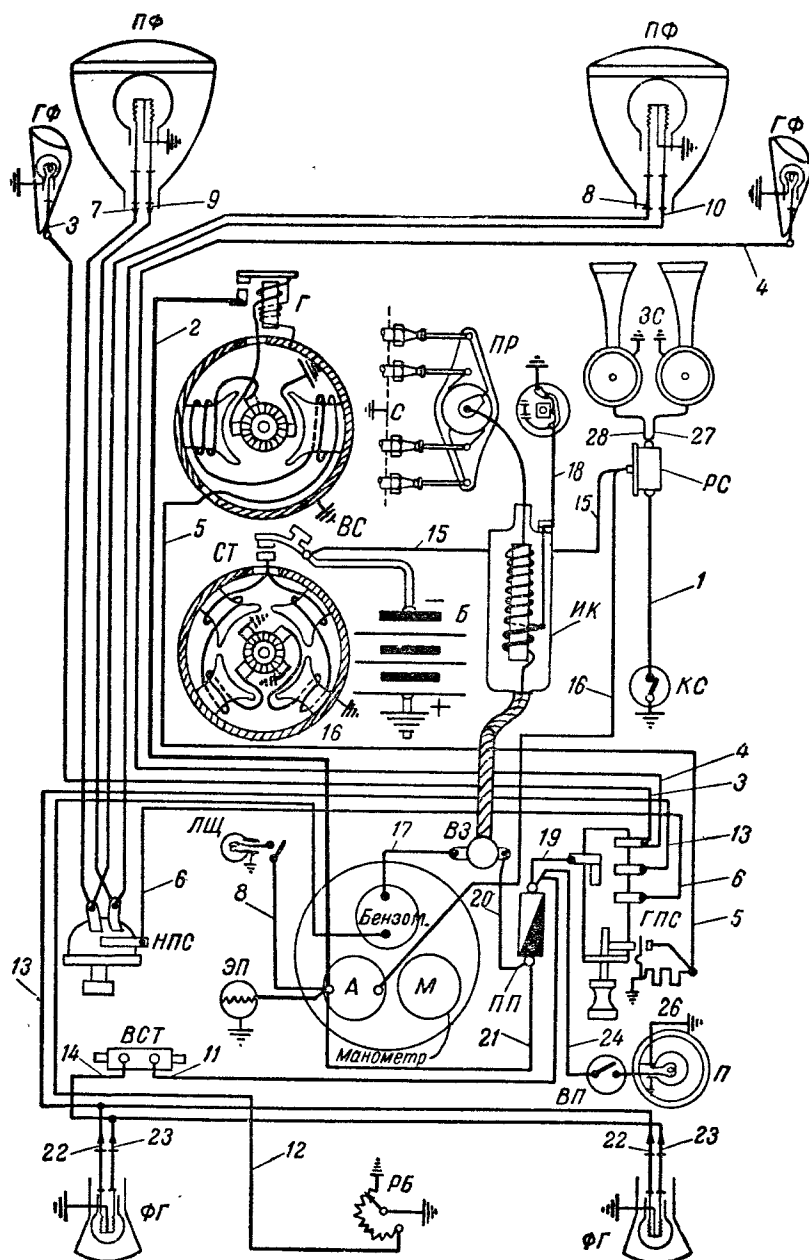


Схема электрооборудования автомобиля ГАЗ-М1.

Электрооборудование автомобиля «Москвич»

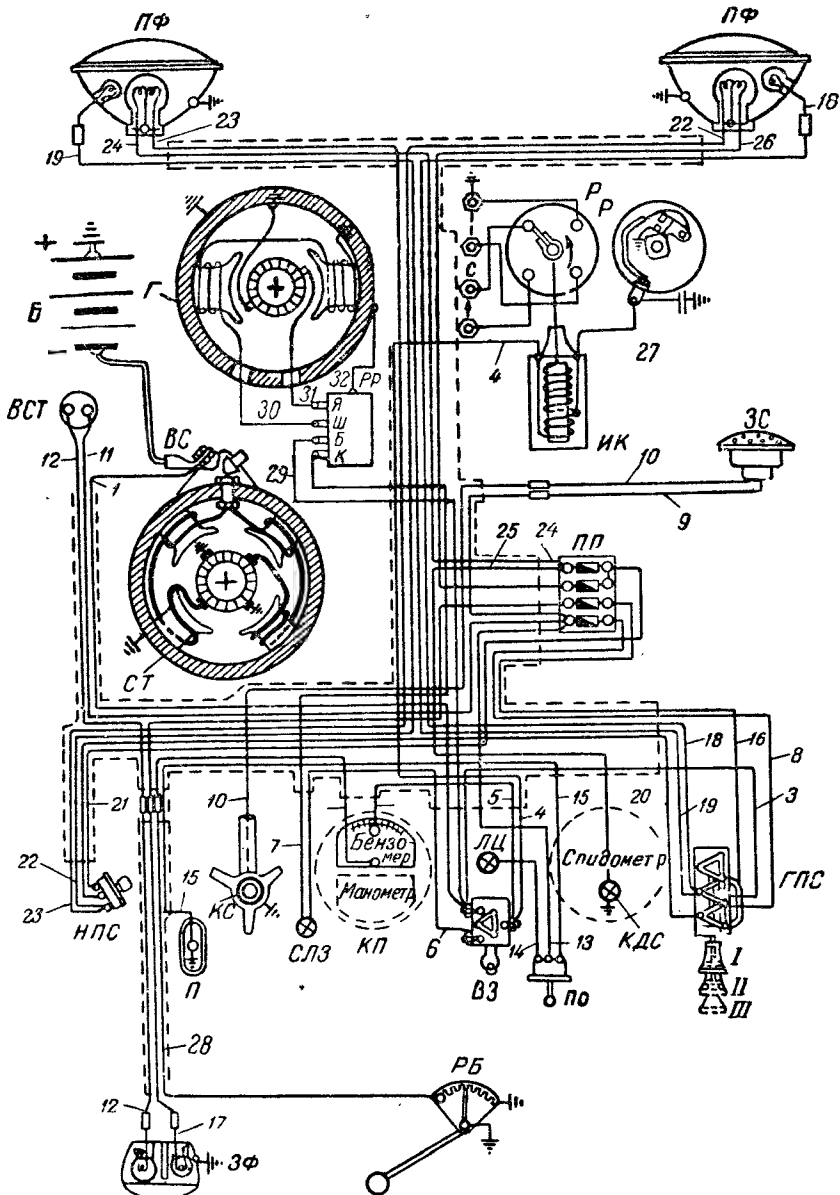
Номинальное напряжение 6 в.

Лампы: 2 шт. двухспиральные по 32 + 21 св. для дальнего и ближнего света; 2 шт. в 1 св. для света стоянки; 1 шт. 21 св. для сигнала торможения; 1 шт. 3 св. для освещения номерного знака. Для контроля зарядки, контроля дальнего света, освещения щитка приборов и плафона лампы по 2 св.

Обозначение по схеме	Наименование	Тип	Обозначение по схеме	Наименование	Тип
<i>ПФ</i>	Передние фары..	ФГ-5	<i>РВ</i>	Реостат бензоизмерителя.....	БМ-24
<i>Г</i>	Генератор 120 <i>вт</i> или генератор 130 <i>вт</i>	Г-28 Г-29 *	<i>ПП</i>	Блок плавких предохранителей..	ПР-11
<i>Б</i>	Аккумуляторная батарея 60 <i>а-ч</i> , 6 <i>в</i>	3-СТ-60	<i>НПС</i>	Ножной переключатель света ..	П-23
<i>Р</i>	Прерыватель-распределитель ..	Р-28 или Р-34	<i>П</i>	Плафон	ПК-5
<i>ИК</i>	Индукционная катушка.....	Б-28	<i>КС</i>	Кнопка сигнала ..	—
<i>ЗС</i>	Звуковой сигнал.	С-51 или С-52	<i>СЛЗ</i>	Сигнальная лампа зарядки	ПД-20
<i>ВСТ</i>	Включатель сигнала торможения	ВК-12	<i>КП</i>	Комбинированный прибор	КП-8
<i>СТ</i>	Стартер 0,6 л. с. .	СТ-28	<i>ВЗ</i>	Включатель зажигания	—
<i>С</i>	Запальные свечи.	НА 11/10Б НА 11/10А	<i>ЛЩ</i>	Лампа щитка приборов	ПП-2
<i>ГПС</i>	Главный переключатель света...	П-8	<i>КДС</i>	Контроль дальнего света.....	ПД-20
<i>ЗФ</i>	Задний фонарь ..	ФП-5	<i>ПО</i>	Переключатель освещения щитка и плафона....	П-20
<i>РР</i>	Реле-регулятор..	РР-29	<i>ВС</i>	Включатель стартера	ВК-28

Расцветка проводов: красный — 1, 3, 21 и 26; красный с черной ниткой — 6, 24 и 25; желтый — 27, 28, 18, 19 и 30; желтый с красной ниткой — 20, зеленый — 2, 9, 10, 11, 12, 13 и 29; коричневый — 4, 5 и 15; белый — 7, 8 и 14; черный — 16, 17, 22, 23 и 32; красный с белой ниткой — 31.

* Генератор Г-29 с реле-регулятором РР-29 и прерыватель-распределитель Р-34 устанавливается с 1952 г.



Электрооборудование автомобиля ГАЗ-51

Номинальное напряжение 12 в.

Лампы: 2 шт. двухспиральные по 50 + 21 св. для дальнего и ближнего света; 2 шт. по 3 св. для габаритных фар; 1 шт. двухспиральная 21 + 3 св. для сигнала торможения и освещения номерного знака; 2 шт. односпиральные по 1,5 св. для освещения щитка; 1 шт. 1,5 св. для индикатора дальнего света; 1 шт. 3 св. для освещения двигателя; 1 шт. 3 св. — плафон; 1 шт. 15 св. для переносной лампы.

Обозначение по схеме	Наименование	Тип	Обозначение по схеме	Наименование	Тип
<i>ПФ</i>	Передние фары..	ФГ-2	<i>ВЗ</i>	Включатель заки- гания.....	—
<i>ГФ</i>	Габаритные фары	ПФ-3	<i>ПП</i>	Блок плавких предохраните- лей.....	ПР-10
<i>Г</i>	Генератор 220 <i>вт.</i>	Г-21	<i>ГПС</i>	Главный переключатель освеще- ния.....	П-7
<i>ЗС</i>	Звуковой сигнал.	ВГ-4	<i>ШТ</i>	Штепсельная ро- зетка для пере- носной лампы..	47-К
<i>ВС</i>	Включатель сиг- нала торможе- ния.....	ВК-10	<i>ДТ</i>	Датчик темпера- туры.....	ТМ-2
<i>РР</i>	Реле-регулятор..	РР-12 или РР-12А	<i>ИК</i>	Индукционная ка- тушка.....	Б-21
<i>ЛД</i>	Лампа освещения двигателя.....	ПД-1	<i>СТ</i>	Стартер 1,7 л. с..	СТ-8
<i>КС</i>	Кнопка сигнала.	—	<i>Б</i>	Аккумуляторная батарея (2 шт.).	3-СТ-70 *
<i>НПС</i>	Ножной переключатель света..	—	<i>Р</i>	Прерыватель-рас- пределитель....	Р-20
<i>РБ</i>	Ресостат бензопиз- мерителя.....	БМ-20	<i>ДД</i>	Датчик давления.	ММ-4
<i>ЗФ</i>	Задний фонарь..	ФП-1А	<i>С</i>	Свечи.....	НМ 12/10Б НМ 12/8В НМ 12/12А
<i>ЩП</i>	Щиток приборов.	КП-5			
<i>П</i>	Плафон.....	ПК-2Б			
<i>ПО</i>	Переключатель освещения щит- ка и плафона..	П-20			

Расцветка проводов: красный — 2, 7, 18 и 19; красный с черной ниткой — 1, 3, 6, 22 и 33; красный с желтой — 8; желтый — 4, 30, 31 и 32; желтый с черной ниткой — 10, 11, 21, 34 и 35; белый — 16 и 20; черный — 9, 24, 25 и 26; зеленый — 12, 13, 14, 15, 27, 28 и 29; коричневый — 17, 23 и 5.

* На автомобилях первых выпусков 3-СТ-84.

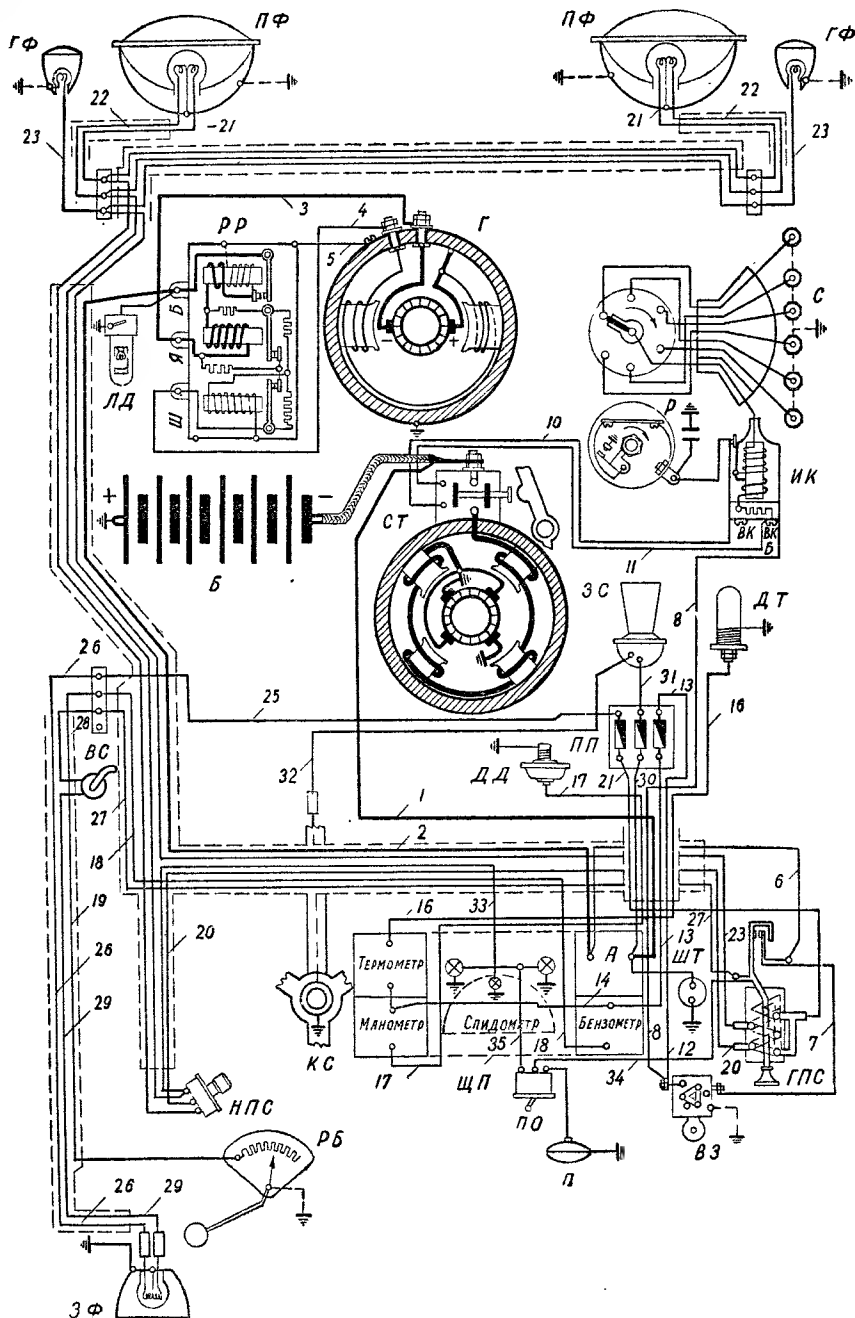


Схема электрооборудования автомобиля ГАЗ-51.

Электрооборудование автомобиля ЗИС-150

Номинальное напряжение — 12 в.

Лампы: 2 шт. двухспиральные по 50 + 21 св. для дальнего и ближнего света; 2 шт. по 3 св. для габаритного света; 1 шт. двухспиральная 21 + 6 св. для сигнала торможения и освещения номерного знака; 4 шт. по 1,5 св. для освещения приборов: щитка, воздушного манометра и индикатора дальнего света; 1 шт. 6 св. для переносной лампы.

Обозначение по схеме	Наименование	Тип	Обозначение по схеме	Наименование	Тип
<i>ПФ</i>	Передние фары . .	ФГ-1	<i>В</i>	Аккумуляторная батарея (2 шт.) .	3-СТ-84
<i>ГФ</i>	Габаритные фары	ПФ-1	<i>ВЗ</i>	Включатель зажигания	—
<i>Г</i>	Генератор 150 <i>вт</i>	Г-15 или Г-15-Б	<i>ГПС</i>	Главный переключатель света . .	П-3
<i>НПС</i>	Ножной переключатель света . .	П-34	<i>ПО</i>	Переключатель света щитка и плафона	П-20
<i>ВС</i>	Включатель сигнала торможения	ВК-10	<i>КП-5</i>	Щиток приборов .	КП-5
<i>РР</i>	Реле-регулятор . .	РР-15 или РР-12-А	<i>ТР</i>	Тепловое реле . .	ТР-2
<i>КС</i>	Кнопка сигнала .	—	<i>ЗС</i>	Звуковой сигнал .	С-21
<i>ВК</i>	Включатель стартера	ВК-4	<i>ДТ</i>	Датчик температуры	ТМ-2
<i>ШТ</i>	Штепсельная розетка для переносной лампы . .	—	<i>ДД</i>	Датчик давления .	ММ-4
<i>ЗФ</i>	Задний фонарь . .	ФП-1Б	<i>СТ</i>	Стартер 1,7 л. с. .	СТ-15
<i>ШК</i>	Штепсельная коробка для прицепа	—	<i>С</i>	Свечи	НА 11/14А
<i>РБ</i>	Реостат бензомера	БМ-22	<i>Р</i>	Прерыватель-распределитель . . .	Р-21
<i>ПЛ</i>	Плафон	—	<i>ИК</i>	Индукционная катушка	Б-21-Б

Расцветка проводов: красный — 1 и 4; красный с белой ниткой — 2, 26 и 9; красный с черной — 14; черный — 25, 3, 24, 10, 12, 18 и 19; черный с красной ниткой — 11; черный с белым — 17, желтый — 29; желтый с черной ниткой — 15; зеленый — 16; зеленый с черной ниткой — 21; синий — 7; синий с белой ниткой — 8; белый — 13; белый с черной ниткой — 5, 22 и 23; белый с красной — 6; коричневый с белой — 20; коричневый с черной — 27; коричневый — 28.

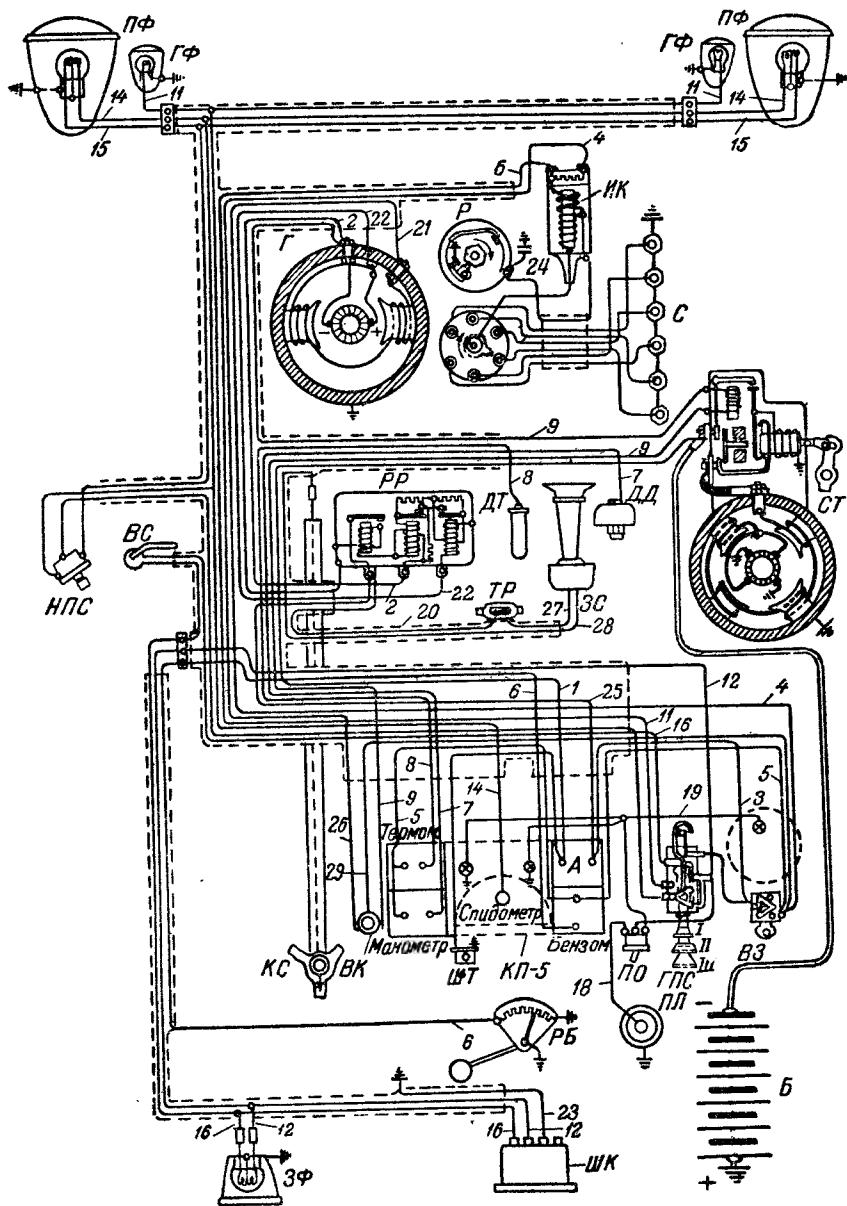


Схема электрооборудования автомобиля ЗИС-150.

Электрооборудование автомобиля ГАЗ-69

Номинальное напряжение 12 в.

Лампы: 2 шт. двухспиральные по 50 + 21 св. для дальнего и ближнего света; 2 шт. по 3 св. для габаритных фар; 1 шт. 21 св. для прожектора; 1 шт. 21 св. для сигнала торможения; 1 шт. 3 св. для номерного знака; 1 шт. 3 св. для освещения двигателя; 4 шт. по 1,5 св. для сигнализации включения дальнего света фар, для сигнализации аварийного повышения температуры в радиаторе, для освещения приборов щитка; 1 шт. 3 св. — плафон и 1 шт. 15 св. для переносной лампы.

Обозначение по схеме	Наименование	Тип	Обозначение по схеме	Наименование	Тип
ПФ	Передние фары . .	—	ТП	Термобиметаллический предохранитель (кнопочный)	ПР-3
ГФ	Габаритные фары . .	—			
Г	Генератор 220 вт . .	Г-20			
ЗС	Звуковой сигнал . .	—			
ВСТ	Выключатель сигнала торможения	ВК-10	Л ₁	Лампа индикатора дальнего света	—
РР	Реле-регулятор . .	РР-12А	УТ	Указатель топлива	—
ЛД	Лампа освещения двигателя	ПД-1	М	Манометр термовибрационный	—
НПС	Ножной переключатель света	П-34	Т	Термометр термовибрационный	—
ШП	Штепсельная розетка для прицепа	—	А	Амперметр	—
ЗФ	Задний фонарь . .	30-00	ВЗ	Включатель зажигания	—
РБ	Реостат бензонамерителя	—	Л ₂	Лампа аварийного сигнализатора температуры	—
КС	Кнопка сигнала	—	ДМ	Датчик манометра	ММ-4
ПР	Прерыватель-предельный	Р-23	АСТ	Аварийный сигнализатор температуры	ММ-7
ПС	Подавительные сопротивления	—	ДТ	Датчик термометра	ТМ-2
СТ	Стартер 1,7 л. с.	СТ-20	Л ₃	Лампы освещения приборов	—
Б	Аккумуляторная батарея	6-СТ-54	ВОП	Включатель освещения приборов	—
С	Свечи заальные	М-12-10 или М-12-12	ЭС	Электродвигатель стеклоочистителя	—
ИК	Индукционная катушка	Б-21	ШР	Штепсельная розетка для переносной лампы	—
ЭО	Электродвигатель обогревателя	—	БП	Блок плавких предохранителей	ПР-10
ВО	Включатель обогревателя	—	П	Плафон	ПК-2Б
ВП	Включатель плафона	—			

Расцветка проводов: коричневый — 1, 6, 9 и 10; красный — 13, 26, 27 и 28; красный с черной ниткой — 2, 5, 8, 11, 18, 29 и 31; желтый — 24, 35 и 38; желтый с черной ниткой — 3, 4, 7, 12, 14, 22, 23, 34, 36 и 37; черный — 15, 16, 30 и 39; белый — 17, 19, 20, 21 и 32; зеленый — 25, 33 и 40.

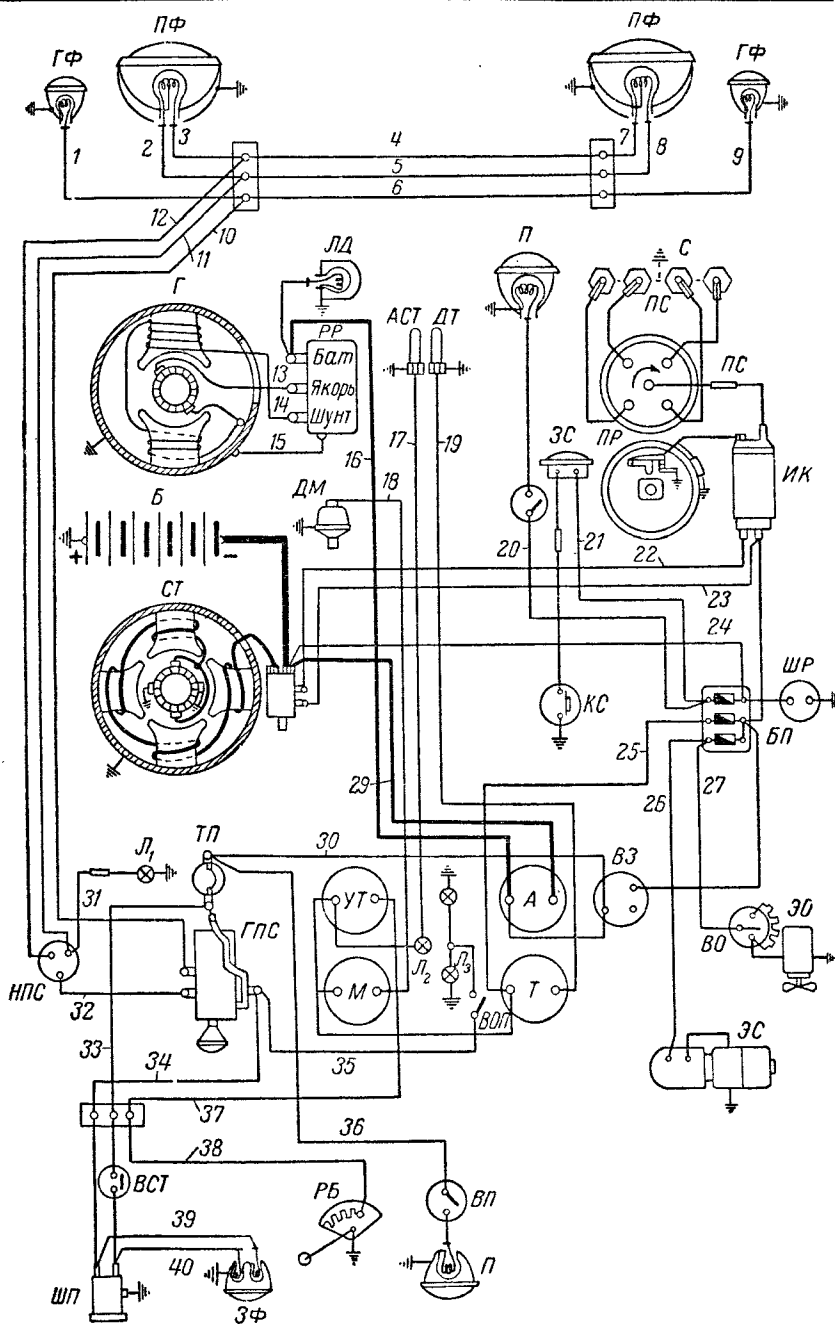


Схема электрооборудования автомобиля ГАЗ-69.

Электрооборудование автомобиля ЯАЗ-200

Номинальное напряжение всех потребителей, кроме стартера, 12 в. Номинальное напряжение стартера 24 в.

Лампы: 2 шт. двухспиральные по 50 + 21 св. для дальнего и ближнего света; 2 шт. по 3 св. для габаритного света; 1 шт. двухспиральная 21 + 3 св. для сигнала торможения и освещения номерного знака; 6 шт. по 1,5 св. для индикатора дальнего света, аварийного давления воздушного манометра и освещения щитка приборов; 1 шт. 15 св. — плафон; 1 шт. 1 св. для включателя электрофакельного подогревателя.

Обозначение по схеме	Наименование	Тип	Обозначение по схеме	Наименование	Тип
<i>ПФ</i>	Передние фары ..	ФГ-1		сигнала от торможения и освещения прибора ..	МД-1
<i>ГФ</i>	Габаритные фары	ПФ3			
<i>Б₂</i>	Аккумуляторная батарея (вторая)		<i>А₂</i>	Амперметр в цепи батареи <i>Б₂</i> ...	—
	2 шт.	3-СТ-135	<i>А₁</i>	Амперметр в цепи батареи <i>Б₁</i> ...	—
<i>Г</i>	Генератор 250 <i>вт</i>	Г-25			
<i>СП</i>	Свеча подогрева ..	СР-43	<i>ВЩ</i>	Включатель приборов щитка ..	ВК-26
<i>ИК</i>	Индукционная катушка ..	Б-17	<i>ПО</i>	Переключатель освещения щитка и плафона ..	П-20
<i>ЗС</i>	Звуковой сигнал ..	С-21		Плафон ..	ПК-2Б
<i>СВ</i>	Стартерный включатель ..	ВК-25	<i>П</i>	Штепсельная розетка к прицепу	ПС-10
<i>НПС</i>	Ножной переключатель света ..	П-34	<i>ШР</i>	Задний фонарь ..	ФП-1Б
<i>КС</i>	Кнопка сигнала ..	—	<i>ЗФ</i>	Реостат измерителя топлива ..	БМ-18
<i>ВС</i>	Включатель сигнала торможения ..	ВК-13	<i>РИ</i>	Штепсельная розетка переносной лампы ..	—
<i>РР</i>	Реле-регулятор ..	РР-25	<i>ШТ</i>	Включатель лампы аварийного давления ..	—
<i>ВФП</i>	Включатель подогревателя с сигнальной лампой	ВК-1	<i>ВА</i>	Тахометр ..	ТХ-1
<i>ПП</i>	Блок плавких предохранителей ..	ПР-13	<i>Т</i>	Лампа освещения двигателя ..	ПД-1
<i>ДТ</i>	Датчик температуры ..	ТМ-2	<i>ЛД</i>	Аккумуляторная батарея (первая)	3-СТ-135
<i>СТ</i>	Стартер 8 <i>л. с.</i> ..	СТ-25	<i>Б₁</i>	2 шт.	КП-9
<i>ГПС</i>	Главный переключатель света ..	П-7		Щиток приборов ..	МД-5
<i>ДАД</i>	Датчик аварийного давления ..	ММ-6А	<i>МАН</i>	Манометр системы смазки ..	МД-5
<i>ЛДС</i>	Лампа дальнего света ..	—	<i>ЛАД</i>	Лампа аварийного давления ..	ПД-20
<i>ВМ</i>	Воздушный манометр с лампами				

Расцветка проводов: желтый — 1, 6, 8, 9, 14, 15, 16, 20, 24, 30, 33 и 37; желтый с черной ниткой — 2, 5, 10 и 28; красный — 7, 13 и 34; красный с черной ниткой — 3, 4, 17, 18, 23 и 29; черный — 22, 27 и 32; белый — 26, 35 и 38; белый с черной ниткой — 11 и 12; коричневый — 19, 21 и 36; зеленый — 25 и 31.

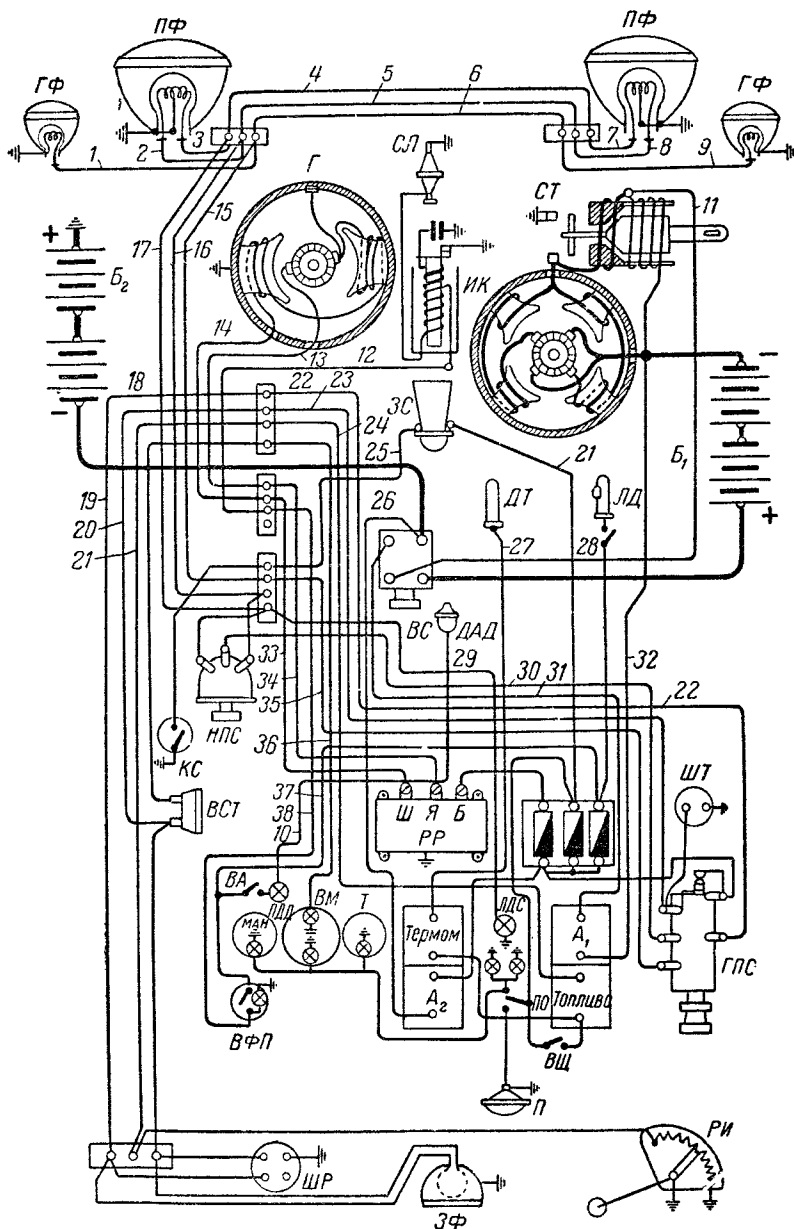


Схема электрооборудования автомобиля ЯАЗ-200.

Электрооборудование автомобиля ГАЗ-М20

Номинальное напряжение 12 в.

Лампы: 2 шт. двухспиральные по 50 + 21 св. для дальнего и ближнего света; 2 шт. двухспиральные по 21 + 6 св. для габаритного освещения и сигнализации поворота; 1 шт. 21 св. для сигнала торможения; 1 шт. 3 св. для номерного знака; 5 шт. по 1,5 св. для щитка приборов; 1 шт. 1,5 св. для контроля дальнего света; 2 шт. по 1,5 св. для контроля за сигналом поворота; 1 шт. 3 св. для потолочного плафона; 1 шт. 10 св. для переносной лампы.

Обозначение по схеме	Наименование	Тип	Обозначение по схеме	Наименование	Тип
<i>ПФ</i>	Передние фары . .	ФГ-3	<i>ГПС</i>	Главный переключатель света . . .	П-6
<i>ГФ</i>	Габаритные фары передние	ПФ-2	<i>ЩП</i>	Щиток приборов . . .	КП-7
<i>Г</i>	Генератор 220 <i>вт</i>	Г-20	<i>С</i>	Спидометр	СП-17
<i>РР</i>	Реле-регулятор . .	РР-12А	<i>Ч</i>	Часы с электрическим заводом	—
<i>ЗС</i>	Звуковые сигналы: низкий тон	С-6	<i>З</i>	Закуриватель	ПТ-2
	высокий тон	С-7	<i>ТП</i>	Тепловой прерыватель света поворота	РС-55
<i>РС</i>	Реле сигналов . . .	РС-3			
<i>СТ</i>	Стартер	СТ-20	<i>ПП</i>	Переключатель ламп поворота .	П-17
<i>ВС</i>	Включатель стартера	ВК-14	<i>К</i>	Контрольные лампы поворота . .	—
<i>В</i>	Аккумуляторная батарея	6-СТ-54	<i>ЭС</i>	Электрический стеклоочиститель	СЛ-18А
<i>ДД</i>	Датчик давления .	ММ-4	<i>БП</i>	Блок плавких предохранителей . .	ПР-12
<i>ПР</i>	Прерыватель-предельный	Р-23	<i>КЛ</i>	Лампа контроля дальнего света фар	ПП-6
<i>СВ</i>	Свечи запальные .	НМ-12/10 или НМ 12/8	<i>П</i>	Потолочный плафон	ПК-2
<i>ИК</i>	Индукционная катушка	Б-21	<i>Ш</i>	Штепсельная розетка	—
<i>ДТ</i>	Датчик температуры	ТМ-2	<i>Л</i>	Лампы освещения щитка приборов	ПП-7
<i>ЛД</i>	Лампа освещения двигателя	ПД-2	<i>ВП</i>	Включатель плафона ручной . .	ВК-24
<i>ВСТ</i>	Включатель сигнала торможения	ВК-10	<i>ГФЗ</i>	Габаритные фары задние	ФП-2
<i>КС</i>	Кнопка сигналов .	—	<i>ЗФ</i>	Задний фонарь торможения и освещения номерного знака .	ФП-3
<i>НПС</i>	Ножной переключатель света	—	<i>РБ</i>	Реостат бензонамерителя	БМ-20
<i>ЭДО</i>	Электродвигатель обогревателя . .	МЭ-6			
<i>ВПД</i>	Включатель плафона дверной . .	ВК-2			
<i>ПСЩ</i>	Переключатель освещения щитка приборов	П-24			

Расцветка проводов: красный — 2, 7, 49 и 50; красный с черной ниткой — 1, 3, 6, 8, 19, 21; желтый — 4, 18, 32, 51, 34, 37, 38, 39, 44, 45, 46, 48; желтый с черной ниткой — 10, 11, 22, 40, 41, 42, 43; белый — 16, 20, 33, 35, 36; черный — 5, 9, 24, 25, 26; зеленый — 12, 13, 14, 15, 27, 28, 29, 30; коричневый — 17, 23, 31 и 47.

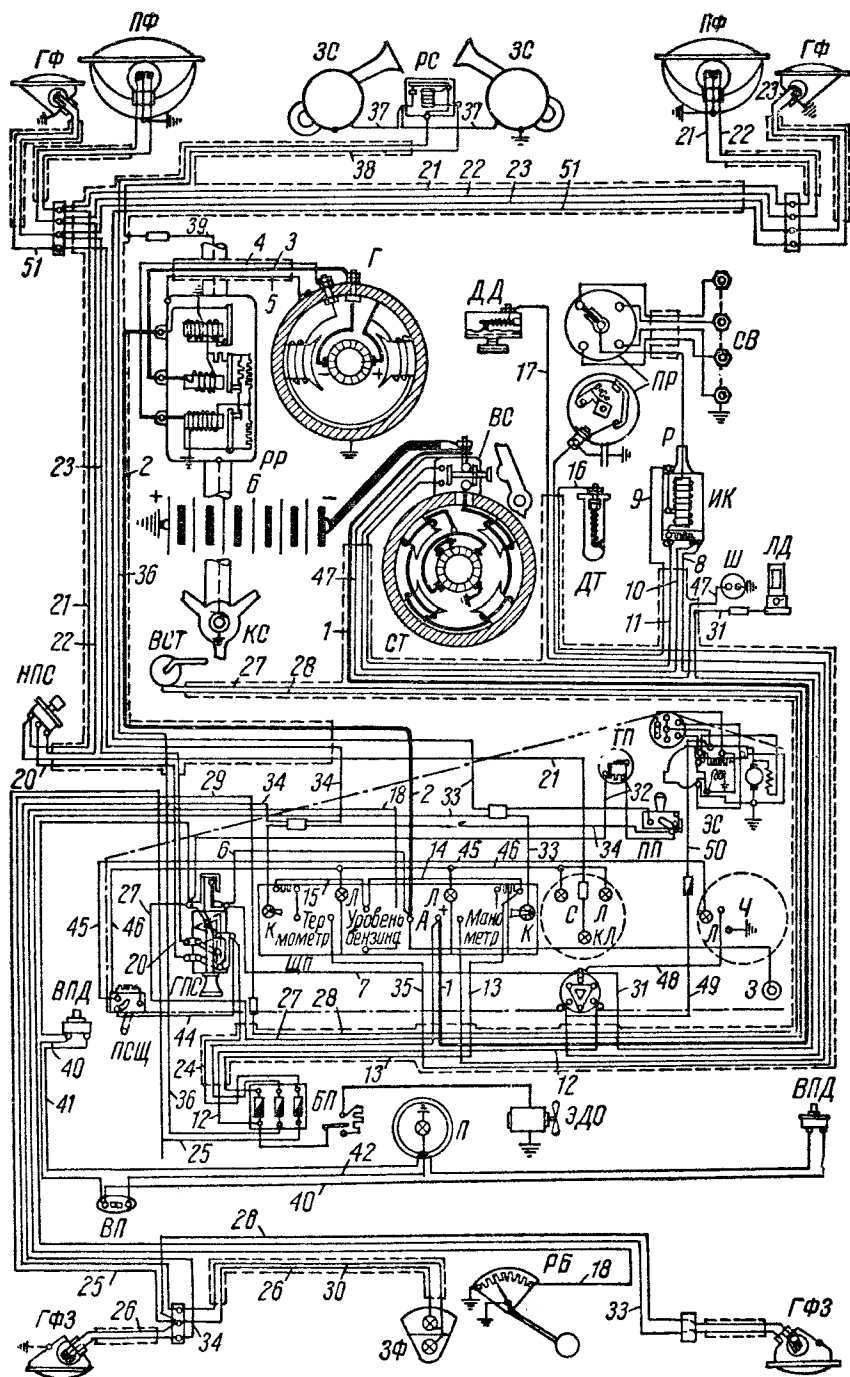


Схема электрооборудования автомобиля ГАЗ-М20.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
--------------------	---

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Глава I. Основные электротехнические понятия	7
§ 1. Краткие сведения о строении вещества (7). § 2. Электродвижущая сила (8). § 3. Электрический ток (9). § 4. Электрическое сопротивление (9). § 5. Единицы измерения напряжения, тока и сопротивления (10). § 6. Сопротивление проводников (11). § 7. Соединение сопротивлений (13). § 8. Соединение источников электрической энергии (17). § 9. Закон разветвленных токов (18). § 10. Тепловое действие электрического тока (19). § 11. Количество электричества, работа и электрическая мощность (20).	
Глава II. Магнетизм и электромагнетизм	23
§ 12. Магнетизм (23). § 13. Электромагнетизм (26). § 14. Магнитный гистерезис (28). § 15. Взаимодействие между проводником с током и магнитным полем (29). § 16. Электромагнитная индукция (30). § 17. Взаимная индукция (33). § 18. Самоиндукция (35). § 19. Ток размыкания (36). § 20. Вихревые токи (37). § 21. Электрическая емкость (39).	
Глава III. Принципы действия электрических машин	41
§ 22. Простейший генератор переменного тока (41). § 23. Генератор постоянного тока (43). § 24. Электродвигатель постоянного тока (49).	
Глава IV. Электроизмерительные приборы	51
§ 25. Амперметр (51). § 26. Вольтметр (55).	

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ. АВТОТРАКТОРНОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

Глава V. Зажигание топливо-воздушной смеси в карбюраторных двигателях	57
§ 27. Назначение системы зажигания (57). § 28. Момент зажигания рабочей смеси (58).	
Глава VI. Запальные свечи	61
§ 29. Условия работы запальной свечи (61). § 30. Устройство запальной свечи (63).	
Глава VII. Система зажигания батарейного типа	69
§ 31. Физические явления, происходящие в аппарате зажигания батарейного типа (69). § 32. Устройство аппаратов батарейного зажигания (78). § 33. Факельный подогреватель (92).	
Глава VIII. Система зажигания от магнето высокого напряжения	96
§ 34. Принцип работы и основные элементы магнето (96). § 35. Физические явления, происходящие в магнето при работе (97). § 36. Устройство магнето (100). § 37. Описание конструкций магнето (105). § 38. Ускоритель магнето (114).	
Глава IX. Оборудование для контроля агрегатов систем зажигания	117
§ 39. Прибор для проверки системы батарейного зажигания (117). § 40. Синхроскоп (119). § 41. Комплект измерительных при-	

боров КИПР-1 (121). § 42. Универсальные контрольно-испытательные стенды (121). § 43. Прибор для очистки запальных свечей и контроля их состояния (125). § 44. Магнитометр (126)	
Глава X. Эксплуатация систем зажигания	127
§ 45. Установка аппарата батарейного зажигания на двигатель (127). § 46. Установка магнето на двигатель (132). § 47. Уход за системой зажигания (136). § 48. Неисправности в системах зажигания и их определение (138).	
Глава XI. Ремонт агрегатов системы зажигания	141
§ 49. Ремонт запальных свечей (141). § 50. Ремонт прерывателей-распределителей (142). § 51. Ремонт магнето (145).	
Глава XII. Аккумуляторные батареи стартерного типа	146
§ 52. Назначение аккумуляторной батареи на автомобиле и принцип ее действия (146). § 53. Электрические характеристики аккумуляторов (149). § 54. Устройство аккумуляторов и батарей (152).	
Глава XIII. Оборудование для контроля состояния аккумуляторных батарей	160
§ 55. Кислотометр (160). § 56. Нагрузочная вилка (161). § 57. Способы определения состояния заряда аккумуляторов (162).	
Глава XIV. Эксплуатация свинцовых аккумуляторных батарей	163
§ 58. Приготовление электролита (163). § 59. Ввод в эксплуатацию свинцовых аккумуляторных батарей (166). § 60. Хранение свинцовых аккумуляторных батарей (167). § 61. Уход за свинцовыми аккумуляторными батареями (168).	
Глава XV. Ремонт свинцовых аккумуляторных батарей стартерного типа	170
§ 62. Неисправности свинцовых аккумуляторных батарей и их причины (170). § 63. Восстановление работоспособности свинцовых аккумуляторных батарей стартерного типа (171).	
Глава XVI. Зарядка аккумуляторных батарей	176
§ 64. Зарядные установки (176). § 65. Определение полярности проводов в сети постоянного тока (178). § 66. Умформер, или мотор-генератор (179). § 67. Газотронный выпрямитель (180). § 68. Ртутный выпрямитель (181). § 69. Твердые выпрямители (182).	
Глава XVII. Автоматическое регулирование автогенераторов постоянного тока	187
§ 70. Назначение генератора и условия его работы (187). § 71. Принцип регулирования напряжения генератора с параллельным возбуждением (188). § 72. Одноступенчатый вибрационный регулятор напряжения (189). § 73. Двуплечий одноступенчатый вибрационный регулятор напряжения (193). § 74. Двухступенчатый вибрационный регулятор напряжения (195). § 75. Способы повышения частоты колебаний вибратора в регуляторах напряжения (196). § 76. Способы восстановления устойчивой работы вибрационного регулятора напряжения с ускоряющей обмоткой или ускоряющим сопротивлением (199). § 77. Температурная компенсация регуляторов напряжения (202). § 78. Температурная коррекция работы регулятора напряжения (203). § 79. Вибрационный регулятор тока (204). § 80. Повышение частоты колебаний вибратора регулятора тока и автоматическое корректирование режима работы (208). § 81. Комбинированные регуляторы напряжения и тока (210). § 82. Принципы регулирования трехфазных гене-	

раторов (213). § 83. Сравнительная оценка способов регулирования генераторов (217).

Глава XVIII. Автоматическое включение и выключение генератора и аккумуляторной батареи 220

§ 84. Принцип действия реле обратного тока и его назначение (220). § 85. Температурная компенсация и коррекция реле обратного тока (222).

Глава XIX. Конструкции генераторов и регулирующих устройств 223

§ 86. Детали генераторов (223). § 87. Генераторы переменного тока (229). § 88. Устройство трехщеточных генераторов (231). § 89. Генераторы типа ГБТ (234). § 90. Генераторы типа ГАУ (238). § 91. Генератор Г-66 (239). § 92. Генератор ГА-27 и реле-регулятор РРА-44 (243). § 93. Генератор Г-29 и реле-регулятор РР-29 (245). § 94. Генераторы Г-15, Г-20, Г-21 и Г-25 (247). § 95. Генератор Г-52 (253).

Глава XX. Эксплуатация генераторов и регулирующих устройств и оборудование для контроля за их состоянием 257

§ 96. Уход за генератором и регулирующим устройством (257). § 97. Неисправности генераторов, их обнаружение и устранение (258). § 98. Прибор для проверки якорей автотракторных генераторов и стартеров (261). § 99. Прибор для проверки и регулировки генератора и реле-регулятора непосредственно на автомобиле или тракторе (263).

Глава XXI. Ремонт автотракторных генераторов и их регулирующих устройств 264

§ 100. Ремонт генераторов (264). § 101. Ремонт реле-регуляторов (267).

Глава XXII. Электрический пуск двигателей внутреннего сгорания 276

§ 102. Стартер и требования, предъявляемые к нему (276). § 103. Стартер СТ-28 (279). § 104. Стартеры СТ-8 и СТ-20 (281). § 105. Стартеры типа МАФ (283). § 106. Стартер СТ-15 (285). § 107. Стартер СТ-25 (288).

Глава XXIII. Эксплуатация стартеров, оборудование для контроля за их состоянием и ремонт стартеров 294

§ 108. Уход за стартерами (294). § 109. Неисправности стартеров и их выявление (295). § 110. Оборудование для проверки стартеров (297). § 111. Ремонт стартеров (299).

Глава XXIV. Электрическая арматура тракторов и автомобилей 303

§ 112. Источники света (303). § 113. Переключатели и включатели света (309). § 114. Защита цепей при коротком замыкании (315). § 115. Электрический термометр (317). § 116. Электрический манометр (320). § 117. Электрический измеритель уровня топлива в баке (322). § 118. Спидометр и тахометр (325). § 119. Электрические звуковые сигналы (326). § 120. Электрический стеклоочиститель (328). § 121. Электрическое оборудование отопительного устройства автомобиля (329). § 122. Провода (329). § 123. Защита радиоприема от помех, создаваемых системой электрооборудования (331).

Приложение 333